



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

**Determinação dos tempos de descongelação e das
percentagens de água de vidragem de várias espécies de
pescado**

Ana Maria Manso Rodrigues

Coimbra, 2013



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

**Determinação dos tempos de descongelação e das
percentagens de água de vidragem de várias espécies de
pescado**

Ana Maria Manso Rodrigues

Orientador: Prof. Doutor Rui Costa

Co-orientador: Dr.^a Rita Ferreira

Local de estágio: Eurest Portugal, S.A.

Coimbra, 2013

Este Relatório de Estágio Profissionalizante foi elaborado expressamente para a obtenção de grau de Mestre de acordo com o despacho nº 19151/2008 de 17/07/2008, referente ao Regulamento do Ciclo de Estudos conducente à obtenção do grau de Mestre do Instituto Politécnico de Coimbra.

Agradecimentos

Ao realizar este trabalho, quero deixar aqui expresso a minha gratidão a todos aqueles que, juntamente comigo, o tornaram possível.

À Dr.^a Beatriz pela oportunidade de estagiar na Eurest.

À Dr.^a Rita Ferreira, orientadora externa de estágio, pelo acompanhamento ao longo de estágio.

Ao Professor Rui Costa, orientador interno de estágio, pela disponibilidade, compreensão e paciência durante a realização deste trabalho.

À minha irmã Georgete e ao meu namorado, pela compreensão e força dada ao longo deste caminho académico.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e auxílio prestado ao longo dos dois anos.

A todos vós, muito obrigada!

Resumo

O estágio decorreu na Eurest Portugal, uma empresa pertencente ao Grupo Compass que é líder mundial no fornecimento de serviços de alimentação e gestão de refeitórios, tanto na área da restauração pública como na coletiva. A gestão dos refeitórios implica um correto e eficiente manuseamento de todos os produtos e matérias-primas.

O tema deste trabalho surgiu devido à necessidade da empresa definir os tempos médios de descongelação para várias espécies de pescado, bem como a determinação das percentagens de água de vidragem do pescado recebido na unidade, de modo a averiguar se a informação declarada no rótulo estava correta.

Através do método descrito no decreto de lei nº 37 de 2004 foi determinada a percentagem de água de vidragem de 37 amostras de pescado (339 tomas), o que envolveu um total de 12 espécies e 9 fornecedores. Foram comparadas as percentagens declaradas nos rótulos com as percentagens determinadas experimentalmente e apenas 5,6% dos rótulos é que apresentavam a mesma percentagem à que foi determinada experimentalmente.

Quanto aos tempos de descongelação, foram mensurados os tempos de 1713 kg de pescado. A sua medição foi realizada com base num critério de observação e toque para definir o fim da descongelação. Nesta parte do trabalho encontraram-se algumas dificuldades devido a algumas práticas incorretas na descongelação o que impossibilitava a descongelação completa do pescado. Devido à obtenção de poucos resultados experimentais, foram previstos tempos através do modelo de Planck e do modelo da capacitância global, onde se concluiu que não pode ser utilizada a capacidade total das caixas grandes pois o pescado que fica no centro da caixa não descongela durante o intervalo de tempo definido pela Eurest. Também se verificou que o local dentro da câmara (prateleira ou nas banheiras) também influencia o tempo de descongelação.

Palavras-chave: descongelação, água de vidragem, Planck, pescado.

Abstract

The internship took place at Eurest Portugal, a company belonging by Compass Group that is the world leader in the provider of power and management of canteens services, both in the public and in the collective restoration. The management of canteens implies a correct and efficient handling of all products and raw materials.

The subject of this work arose due to the company's need to define the average defrosting times for several species of fish, as well as the determination of the percentages of water glazing of the received fish in order to establish whether the information declared in the label was correct.

The method described in the Decree Law nº 37 of 2004 the percentage of water glazing of 37 fish samples (339 units), which involved a total of 12 species and 9 was determined suppliers. The percentages stated on the labels with the percentages determined experimentally were compared and only 5.6% of the labels had the same percentage to that determined experimentally.

Relatively to defrosting times were measured times of 1713.16 kg of fish. Its measurement was based on a criterion of observation and tap to set the end of defrost. In this part of the work met some difficulties due to some wrong practices in thawing which precluded the complete thawing of fish. Due to low numbers of experimental results were predicted by the Planck time model and an overall capacitance more defrosting times. With all results are concluded that the total capacity of the big boxes can not be used because the fish that is in the center of the box does not thaw during the interval time defined by Eurest. It was also found that the location within the chamber (shelf or bathtubs) also influences the defrosting time.

Key-words: thawing, glazing, Planck, fish.

Sumário

Agradecimentos	iv
Resumo.....	v
Abstract	vi
Sumário	vii
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	x
Introdução.....	1
1. Atividades realizadas no estágio	3
2. Composição do pescado.....	5
3. Importância das características organolépticas para o consumidor.....	6
4. Congelação	8
4.1. Parâmetros que influenciam a qualidade do produto	9
4.2. Problemas durante o armazenamento	9
4.3. Segurança Alimentar no pescado.....	10
4.3.1. Perigos biológicos.....	11
4.3.2. Perigos químicos	12
4.3.3. Perigos físicos	13
5. Água de vidragem.....	14
5.1. Métodos de vidragem	14
5.2. Fatores que condicionam a aplicação da água de vidragem	15
5.3. A importância da determinação da água de vidragem	16
6. Descongelação	17
6.1. Métodos de descongelação	19
7. Previsão do tempo de descongelação.....	20
7.1 Modelo matemático de Planck	20
8. Metodologia	23
8.1. Amostras	23
8.2. Procedimentos operacionais para a determinação da água de vidragem.....	23
8.2.1. Materiais e equipamentos	24
8.2.2. Critérios de avaliação	24
8.3. Procedimentos operacionais para a determinação dos tempos de descongelação do pescado	24
8.3.1. Materiais e equipamentos	25

8.3.2. Critérios de avaliação	25
9. Resultados	26
9.1. Percentagem de água de vidragem.....	26
9.2. Tempos de descongelação	33
9.2.1. Pescado completamente descongelado	33
9.3. Determinação do coeficiente de transferência de calor através da equação de Planck e dos tempos de descongelação determinados experimentalmente	36
9.4. Previsão dos tempos de descongelação através dos modelos de Planck e da capacitância global.....	39
10. Práticas incorretas na realização da descongelação por parte das despenseiras	43
11. Considerações finais.....	46
12. Bibliografia	47
13. Anexos.....	50
Anexo I: Caixas de descongelação.....	51
Anexo II: Tempos de descongelação (pescado parcialmente descongelado).....	52
Anexo III: Previsão do tempo de descongelação ($h=8 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	54
Anexo IV: Previsão do tempo de descongelação ($h=60 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).....	57
Anexo V: Previsão do tempo de descongelação ($h=26 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).....	60

Índice de figuras

Figura 1: Curva de temperatura na fase de descongelação (Giovani Qualia);

Figura 2: Gráfico para o cálculo das constantes P e R para paralelepípedos;

Figura 3: Pescado com e sem vidragem (A - Solha, B - Tentáculos, C - Abrótea);

Figura 4: Pescado com e sem vidragem (A - Salmão, B - Perca, C - Pescada, D - Peixe espada);

Figura 5: Pescado com e sem vidragem (A - Carapau, B - Arinca, C - Sardinha, D – Pescada do cabo);

Figura 6: Descongelações em diferentes locais dentro da câmara de refrigeração;

Figura 7: Realização da descongelação sem remover as embalagens (A – Pescada, B – Perca);

Figura 8: Quantidade excessiva de pescado;

Figura 9: Caixas em cima do pescado;

Figura 10: Abrótea em contacto com o exsudado;

Figura 11: Salmão em contacto com o exsudado.

Índice de tabelas

Tabela 1 - Características sensoriais do peixe fresco;

Tabela 2 – Métodos de vidragem;

Tabela 3 – Valores das constantes P e R;

Tabela 4 - Resultados da percentagem de água de vidragem;

Tabela 5 – Resultados experimentais dos tempos de descongelação;

Tabela 6 – Determinação do h médio na prateleira;

Tabela 7 – Determinação do h médio quando se coloca apenas uma caixa na banheira;

Tabela 8 – Determinação do h médio para caixas em cima da banheira;

Tabela 9 – Determinação do h médio no fundo da banheira;

Tabela 10 – Previsão dos tempos de descongelação ($h=26 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Introdução

A congelação é utilizada para a conservação de alimentos desde os tempos pré-históricos. Os homens primitivos observaram que a temperaturas baixas os alimentos perecíveis podiam ser mantidos quase indefinidamente e com a mesma qualidade durante o tempo em que permaneciam congelados (1). Os romanos são indicados como estando entre os primeiros a fazer uso da corrente do frio para conservar o pescado: recolhiam neve e gelo naturais e usavam-no para aplicação direta no pescado (2).

A metodologia e a técnica utilizadas nos processos de congelação e descongelação desempenham um papel importante na conservação da qualidade dos alimentos congelados, sendo que a preservação da frescura é o ponto crucial (3).

A oferta de matéria-prima fresca (pescado, por exemplo) depende muitas vezes das variações sazonais, condições climáticas, quotas e requisitos legais (nacionais e europeus). No entanto, para evitar essa dependência, na indústria de processamento de pescado tem-se verificado uma grande utilização de matérias-primas congeladas. A descongelação tornou-se um processo industrial importante e levou, não só, à procura de mais conhecimento a respeito do processo (aspectos logísticos, etc.), como também, à sua influência na qualidade e rendimento do produto final (4).

Para além do método utilizado na congelação, as condições de armazenagem são também determinantes da qualidade do produto. Assim, durante o armazenamento em frio negativo, ocorrem alterações mais ou menos profundas nos dois principais constituintes do pescado, nomeadamente, gordura e proteína, que contribuem para a sua perda de qualidade. A fim de minimizar estas alterações recorre-se à utilização de embalagens adequadas e/ou à vidragem com água ou soluções de antioxidantes, procurando-se assim evitar o contacto do peixe com o ar (5).

A componente prática do estágio consistiu na determinação dos tempos de descongelação e da percentagem de água de vidragem de várias espécies de pescado, com uma duração de seis semanas numa unidade de restauração coletiva Eurest. É importante referir que nesta unidade utilizam-se apenas produtos congelados (pescado e carne), logo é exigida uma excelente capacidade de organização e gestão da matéria-prima para a confeção das refeições. De forma a ter refeições para os

utentes diariamente, próprias para consumo, obriga a que se realize a descongelação das matérias-primas praticamente todos os dias.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Apoio em diversos eventos realizados pela empresa, através de divulgação ou registo de verificações de procedimentos;
- Verificar se as percentagens de água de vidragem determinadas são coincidentes com as mencionadas no rótulo;
- Estudar a descongelação:
 - Observar os tempos de descongelação das várias espécies de pescado;
 - Verificar se o tempo de descongelação varia de acordo com o tipo de corte do pescado (filete, posta, inteiro, eviscerado).

1. Atividades realizadas no estágio

O tema principal do estágio foi a determinação dos tempos de descongelação e das percentagens de água de vidragem de várias espécies de pescado, onde realizei as seguintes tarefas:

- Acompanhar as descongelações do pescado desde o início até ao seu término;
- Identificar práticas incorretas durante o processo de descongelação de forma a elimina-las;
- Determinar a percentagem de água de vidragem do pescado e comparar com a informação declarada no rótulo.

Além do tema principal desenvolvido neste relatório, ao longo do estágio tive oportunidade de realizar outras atividades nos seguintes eventos:

- **Portugal Open:** é o maior torneio de ténis internacional realizado anualmente no complexo de ténis do estádio nacional, onde foram instaladas três tendas para servir refeições aos atletas, aos convidados especiais, ao público geral e staff. As minhas principais funções foram:
 - Realização dos registos:
 - Temperaturas dos equipamentos de frio;
 - Temperatura dos banhos de maria, das sopas e pratos;
 - Tempos e temperaturas de regeneração (sistema de cook-chill);
 - Verificar o estado de higiene da “cozinha” e caso necessário, solicitar a limpeza da mesma;
 - Verificar todos os prazos de validade de todos os produtos alimentares.
- **9º Desafio do coração:** este evento realizou-se em parceria com a fundação portuguesa de cardiologia no âmbito do mês do coração, o qual decorreu no estádio universitário de Lisboa. Esta iniciativa consistiu num passeio orientado com vários postos de controlo a serem visitados por todos os participantes. Os técnicos que aí se encontravam sensibilizavam os participantes para a prática de atividade física e para uma alimentação saudável. O meu papel na tenda da

Eurest, consistia em alertar os participantes para a importância do consumo de sopa e dos seus benefícios.

- **Food face:** era uma atividade que obrigava as crianças, não só, a interagir com os alimentos, como também, a criar pratos apetitosos com alimentos saudáveis;
- **Reino das frutas e hortícolas:** foi uma atividade realizada numa escola primária no Arruda dos Vinhos, com o intuito de dar a perceber aos alunos a importância da ingestão de hortícolas e frutas, para tal realizou-se uma exposição oral e um jogo interativo com as crianças.

Outros trabalhos:

- Colaboração na realização da base de dados das formações ministradas no ano 2011-2012;
- Compilação dos resultados da calibração das sondas das câmaras;
- Valorização nutricional de ementas;
- Realização de auditoria a unidade;
- Evolução de auditorias e análises realizadas nas unidades (2004 a 2012).

2. Composição do pescado

A composição do pescado varia consideravelmente de espécie para espécie e, mesmo entre indivíduos da mesma espécie, existem diferenças que decorrem do grau de maturação sexual, idade, sexo, zona geográfica, época do ano e disponibilidade alimentar (6).

Os produtos da pesca constituem uma importante fonte de nutrientes e apresentam um valor nutricional semelhante ao da carne de mamíferos e aves, destacando-se as proteínas, a gordura, os minerais e as vitaminas (6).

As proteínas possuem um elevado valor biológico pois apresentam na sua composição todos os aminoácidos essenciais e os teores mais frequentes variam entre 16 e 21%. O teor de gordura é muito variável, situando-se os valores mais frequentes entre 0,2 e 25%. A gordura é constituída maioritariamente por triacilgliceróis os quais, por sua vez, são compostos por uma grande diversidade de ácidos gordos. As principais vitaminas são a A, D e E (solúveis na gordura) e as do complexo B (solúveis em água), enquanto que do conjunto dos minerais se destacam o iodo e o selénio (7).

3. Importância das características organoléticas para o consumidor

Atualmente, a qualidade é um elemento diferenciador na preferência dos consumidores por determinados alimentos. Com o aumento da competitividade, através da elevada oferta de produtos alimentares colocados à disposição do consumidor, a qualidade torna-se um fator decisivo na hora da compra (8).

Enquanto o produto for mantido congelado, não é possível distinguir diferenças na qualidade, mas, assim que é descongelado, as diferenças tornam-se óbvias: pescado congelado lentamente perde muita água e fluidos celulares, tanto devido às perfurações celulares, como a perda de capacidade de retenção de água das proteínas, acabando por perder valor nutritivo e características organoléticas importantes como o sabor, a textura ou o aspeto. Estes acontecimentos indesejáveis praticamente não têm lugar em pescado que é congelado rapidamente (2).

Tabela 1: Características sensoriais do peixe fresco (9)

Característica	Peixe fresco
Pele	Brilhante, húmida, tonalidade viva, sem lacerações
Muco	Ausente. Quando característico da espécie, deve ser aquoso
Escamas	Unidas entre si, fortemente aderidas à pele, translúcidas e com brilho
Carne	Firme, elástica e aderida aos ossos
Opérculo (membrana que reveste guelras)	Rígido e deve oferecer resistência a sua abertura
Guelras	Róseas ou vermelhas, húmidas e brilhantes. Ausência ou discreta presença de muco translúcido
Órgãos internos	Bem definidos e odor suave
Olhos	Salientes, transparentes e brilhantes
Odor	Suave ou ausente

Entre as características organoléticas, a cor dos produtos alimentares, é um dos parâmetros mais importantes da qualidade para o consumidor e pode afetar a

aceitação deste. A cor característica de cada espécie é associada pelo consumidor a um produto com melhor sabor, textura e frescura, portanto com maior qualidade (10).

O pescado, quando fresco, deve apresentar as características descritas na tabela 1.

4. Congelação

A congelação é o método de eleição para preservar a qualidade do peixe fresco e de outros produtos do mar. No entanto, esta técnica de conservação só é eficaz quando o produto é manipulado de tal forma que as suas características organoléticas são mantidas próximas das iniciais (11). Este processo consiste na diminuição da temperatura do pescado até que a maior parte da água (nunca a totalidade) que o constitui cristalice (passe ao estado sólido). Desta forma, a água, embora esteja presente, não se encontra disponível para reações químicas e biológicas; a atividade da água é baixa; as enzimas ficam praticamente bloqueadas e os microrganismos têm mais dificuldades em desenvolver-se (alguns morrem, outros são também conservados como o produto que os suporta). É um dos métodos que mais prolonga o tempo de conservação dos produtos (pode chegar a cerca de 2 anos), e é simultaneamente um método que conserva, de forma notável, as propriedades originais dos produtos. (2)

A congelação deve ser tão rápida quanto possível, pois os atrasos desnecessários anteriores à congelação causam a subida da temperatura do pescado, o que irá provocar o aumento a taxa de deterioração da qualidade e a redução do prazo de validade devido à ação de microrganismos e de reações químicas indesejáveis (12).

Uma congelação lenta origina a formação extracelular de cristais de gelo, o que pode causar danos graves nos tecidos dos alimentos congelados. Assim, a melhoria do processo de congelação está muitas vezes relacionada com o aumento da taxa de congelação que pode ser conseguida por sistemas de congelação mais eficientes (3).

O processo de congelação é teoricamente dividido em três fases:

- Diminuição da temperatura no centro térmico do produto;
- Formação dos cristais de gelo;
- Redução da temperatura do alimento para a temperatura de armazenamento desejada (-18/-30 °C) (13).

4.1. Parâmetros que influenciam a qualidade do produto

A qualidade de um produto congelado depende de vários parâmetros (13):

- Natureza do produto e da sua qualidade no momento da congelação;
- Operações de preparação e congelação;
- Embalagem;
- Temperatura de armazenamento e as suas flutuações;
- Duração de armazenamento (13).

Estes parâmetros poderão dar a origem a alguns problemas durante o armazenamento do pescado congelado, no entanto, se forem cumpridos todos cuidados durante a congelação e o seu armazenamento, estes problemas poderão ser evitados.

4.2. Problemas durante o armazenamento

Durante o armazenamento em congelação o pescado congelado pode sofrer principalmente cinco problemas (2):

- **recristalização** é um fenómeno de reorganização dos cristais existentes em cristais maiores, o que equivalerá a ter realizado uma congelação mais lenta. É devida a variações exageradas da temperatura, causadas por exemplo pela abertura frequente das portas ou por falhas de corrente eléctrica. Pequenas variações de temperatura (de apenas ± 2 °C) são suficientes para que a recristalização tenha lugar.
- **desidratação** é também um problema frequente. Pescado congelado sem protecção pode perder em água até 5% do seu peso durante apenas 2 meses; pescado vidrado ou embalado com protecção impermeável perde apenas cerca de 1% num ano. Pescado desidratado manifesta uma textura mais rígida e um aspeto seco.
- **oxidação lipídica** é considerada como o grande inimigo da congelação, já que é o único fenómeno degradativo que a congelação não consegue parar (embora a atrase). É de tal forma importante que constitui o fator limitante do tempo de conservação de congelados, que se torna assim muito dependente do teor de

gordura do produto. Pescado com elevado teor de gordura pode ser armazenado, por exemplo, entre 3 e 6 meses, enquanto o pescado magro mantém praticamente inalteradas as suas características iniciais por vezes mais de 1 ano.

- **desnaturação proteica** é outro problema, normalmente associado à desidratação. A ligação entre as proteínas e a água é reconhecida como extremamente importante; quando é afetada, as proteínas tendem a perder as suas propriedades e mesmo a sofrer desnaturação; a ação microbiana, que pode ocorrer quando há grandes variações de temperatura, pode ser também uma das causas.
- **degradação vitamínica** é também uma das alterações possíveis de produtos congelados. Principalmente as vitaminas lipossolúveis, como as vitaminas A e E e vitaminas A (carotenóides), sendo também elas sujeitas a oxidações, são alvos fáceis do ataque do oxigénio. As vitaminas do complexo B e a vitamina C perdem também parte da sua atividade durante a congelação prolongada (2).

Destes cinco tipos de problemas de produtos congelados, ressalta a ideia de que é necessária uma proteção eficaz do produto, a vidragem do pescado normalmente impede a incidência desses processos durante o armazenamento a temperaturas negativas (14).

4.3. Segurança Alimentar no pescado

O Codex Alimentarius sobre higiene alimentar define “Segurança Alimentar” como sendo a garantia de que os alimentos não provocarão danos ao consumidor quando são preparados ou quando são ingeridos de acordo com a sua utilização prevista. No entanto, é do conhecimento geral que durante a produção primária, colheita, transformação, preparação, transporte, distribuição, armazenamento, exposição e venda de um alimento, é possível ocorrer contaminação física, química e biológica desse mesmo alimento (15).

Os produtos da pesca após a sua captura, quando não sofrem processamento imediato podem ser contaminados por vários tipos de perigos alimentares. Os perigos alimentares são classificados de acordo com a sua natureza e podem ser biológicos,

químicos ou físicos. Independentemente da origem, é importante referir que o Homem, como manipulador de alimentos, é o principal causador ou veículo de transmissão de doenças de origem alimentar (16).

4.3.1. Perigos biológicos

Os perigos biológicos são os que apresentam o maior risco à inocuidade dos produtos da pesca. Normalmente estão associados aos manipuladores, aos próprios produtos da pesca e ao meio ambiente (ar, água e equipamentos). Muitos deles ocorrem naturalmente no ambiente onde os produtos da pesca são manuseados. No entanto, a maioria destes perigos poderá ser inativada por um tratamento térmico adequado ou mantidos a níveis controlados através do frio (16).

Neste grupo destacam-se as bactérias, que são as principais responsáveis pelas doenças alimentares. Estes microrganismos encontram-se presentes na maioria dos alimentos crus. Em ambientes favoráveis (calor, humidade, entre outros) multiplicam-se rapidamente a ambientes adversos. Algumas espécies têm a capacidade de formar toxinas, enquanto outras possuem formas resistentes (esporos) que lhes possibilitam a sobrevivência em meios desfavoráveis. Para além das bactérias, os perigos incluem ainda vírus, bolores (produtores de micotoxinas), parasitas e pragas (16).

Parasitas: a presença de parasitas no peixe é frequente, mas o seu efeito tem sido pouco mencionado, uma vez que os processos tecnológicos aplicados normalmente, tais como a congelação e a salga, conduzem à sua inativação. Um exemplo prático é o *Anisakis simplex*.

Bactérias: O nível de contaminação do peixe na altura da captura depende do ambiente e da qualidade bacteriológica da água em que o peixe é capturado. Muitos factores influenciam a microflora do peixe, e os mais importantes são a temperatura da água, o conteúdo de sal, a proximidade das áreas de captura das habitações humanas, quantidade e origem da alimentação consumida pelo peixe e método de pesca;

Vírus: os moluscos colhidos em águas interiores contaminadas com fezes humanas ou animais podem conter vírus que podem eventualmente causar doenças;

Histamina: A contaminação bacteriana no pescado pode originar produtos da decomposição na parte edível, indesejáveis sob o ponto de vista sensorial, que

também podem provocar problemas de saúde. A descarboxilação da histidina leva à formação de histamina, que é termoestável e pode causar fenómenos alérgicos e quadros anafiláticos. A reação é promovida principalmente pela atividade bacteriana, nas espécies que possuem uma concentração elevada de histidina livre na parte muscular. Esta toxina não é desativada pelo processamento térmico normal. Além disso, o peixe pode conter níveis tóxicos de histamina sem apresentar nenhum dos habituais parâmetros sensoriais característicos da decomposição (17).

4.3.2. Perigos químicos

O peixe pode ser capturado em águas expostas a quantidades variáveis de contaminantes ambientais, nomeadamente metais pesados, entre outros. Estes compostos químicos são considerados tóxicos poluentes muito persistentes no ambiente. São de origem principalmente antropogénica, ou seja, resultantes das ações do homem no ambiente, designadamente pelas descargas nos oceanos de centenas de milhões de toneladas de desperdícios do processamento industrial, de lamas provenientes das instalações de tratamento de esgotos, a drenagem para o mar dos produtos químicos utilizados na agricultura e de esgotos não tratados, de grandes populações urbanas e de indústrias, são todos eles responsáveis pela contaminação dos ambientes marinhos costeiros ou de água doce. Estes compostos caracterizam-se pela sua solubilidade nos lípidos, volatilidade e resistência à degradação. A presença de metais pesados no ambiente aquático, sejam eles de origem natural ou antropogénica, conduz, à sua transferência para os organismos aquáticos.

Os contaminantes químicos com potencial tóxico são:

- Compostos inorgânicos: antimónio, arsénico, chumbo, mercúrio e selénio;
- Compostos orgânicos: bifenilos policlorados, dioxinas, insecticidas (hidrocarbonetos clorados) (17).

Biotoxinas: substâncias venenosas naturalmente presentes no peixe ou em produtos da pesca, ou acumuladas pelos animais que se alimentam de algas que produzam toxinas, ou que vivam em águas que contenham toxinas produzidas por tais organismos (12).

4.3.3. Perigos físicos

Os perigos físicos são muitas vezes originados por substâncias ou objetos estranhos, mas que normalmente são de resolução fácil, uma vez que na maior parte dos casos, estes problemas são visualizados ou pelo manipulador ou pelo consumidor, sendo removidos antes da sua preparação/confeção/tratamento (17).

Alguns exemplos de corpos estranhos são os pedaços de embalagens, plásticos, pedaços de redes de pesca, anzóis, pedras, madeira, entre outros (16).

5. Água de vidragem

A água de vidragem é a quantidade de água para consumo humano, contendo ou não aditivos autorizados, aplicada por imersão ou pulverização, de modo a formar uma camada de gelo à superfície do produto congelado e ultracongelado, desde que o líquido seja apenas acessório em relação aos elementos essenciais do preparado e, por conseguinte, não seja decisivo para a compra. Se forem utilizados aditivos na água para a vidragem, deve ter-se o cuidado de garantir a sua proporção e aplicação corretas de acordo com as especificações do produto (18).

A vidragem do produto evita a existência de ar na superfície do mesmo e, como tal, reduz a taxa de oxidação. Dependendo do produto, a percentagem de vidragem é aplicada desde os 4%/10%, embora tenham sido relatados casos que variam entre 2% a 20%. Em casos extremos, para algumas espécies tem-se observado uma camada de 25% a 40%, embora deva ser referido que o pescado, tais como camarões e argolas de lulas, como resultado da sua elevada superfície comparativamente ao volume pode ter uma vidragem inevitável até 25% (14).

No que respeita à rotulagem do produto, a informação sobre a quantidade ou proporção de vidragem aplicada a um produto, ou a uma série de produtos, deve ser mantida e utilizada para a determinação do peso líquido (12).

5.1. Métodos de vidragem

Na tabela 2 podem observar-se os vários métodos para a realização da vidragem e as vantagens e desvantagens associadas a cada método.

Tabela 2: Métodos de vidragem (19)

	Método	Vantagens	Desvantagens
Imersão	Colocar o produto congelado num tanque de água durante um período de tempo	- Relação custo benefício - Baixo custo - Relativamente simples	- Camada de gelo inconsistente - Ação incontrolada - Pode ser necessário repetir a aplicação
Pulverização	É utilizado equipamento específico para pulverizar o produto com água	- Ação controlada - Camada de gelo consistente	- Custos

5.2. Fatores que condicionam a aplicação da água de vidragem

A aplicação da vidragem pode ser de difícil controlo. Se esta é aplicada de uma forma não controlada a espessura da camada de gelo adicionada não será constante e a espessura não será uniforme.

Independentemente do método utilizado, a quantidade de água captada pelo produto, que irá originar uma película de gelo, depende de (19):

- Temperatura do produto;
- Temperatura da água;
- Tamanho e forma do produto;
- Área de superfície;
- Tempo de vidragem.

A vidragem considera-se concluída quando toda a superfície do produto de peixe congelado está coberta por uma camada protetora de gelo adequada e não apresente áreas expostas onde possa ocorrer desidratação (12).

5.3. A importância da determinação da água de vidragem

A determinação da água de vidragem do pescado é relevante para múltiplos fins. Em primeiro lugar, a percentagem de vidragem afeta a qualidade do produto oferecido, em particular, uma percentagem de vidragem muito baixa (< 6%) pode prejudicar a função protetora. Em segundo lugar, a vidragem é relevante na perspetiva económica. A vidragem excessiva (> 12%) pode implicar lucros adicionais para os vendedores em detrimento dos compradores, o que pode levar a conflitos comerciais e ao engano dos consumidores. Em qualquer caso, o risco de insatisfação do cliente, quer a partir de peixe congelado de qualidade inferior devido a uma percentagem de vidragem muito baixa, ou a partir da perceção do cliente ser enganado na compra de água ao preço do peixe, é substancial. Além disso, uma percentagem muito elevada de vidragem pode contribuir para uma elevada pegada ecológica. O último argumento para um melhor controlo do processo de vidragem é cada vez mais importante, devido não só ao aumento da venda de peixe congelado, mas também ao debate público sobre a sustentabilidade (14).

O processo inverso da vidragem, consiste em remover a camada de gelo, sem promover a descongelação do mesmo. Pode ser efetuado através de várias técnicas, que visam calcular o peso líquido do produto (20).

6. Descongelamento

A descongelamento embora pareça simples, trata-se de uma operação que tem sido objeto de intensa investigação a nível mundial. Um dos motivos é que a descongelamento de um produto alimentar é sempre mais lenta do que a sua congelação (2).

Muitas das alterações que surgem durante a descongelamento são o resultado da congelação e do armazenamento (11). Estas alterações indesejáveis podem ocorrer nos alimentos devido a reações químicas (insolubilização de proteínas, oxidação de lipídios) ou físicas (recristalização devido a variações da temperatura das câmaras de armazenamento, mudanças de volume), além das alterações que podem ser ocasionadas pelo crescimento de microrganismos, principalmente se as boas práticas de descongelamento não forem cumpridas (1).

A taxa de descongelamento durante os processos convencionais é controlada essencialmente por dois parâmetros externos ao produto:

- Coeficiente de transferência de calor à superfície;
- Temperatura do meio envolvente.

A temperatura média do meio envolvente deve permanecer a temperaturas baixas durante a descongelamento, para prevenir o desenvolvimento da flora microbiana. Em seguida, o coeficiente de transferência de calor, permanece como o único parâmetro que afeta a taxa de descongelamento, à pressão atmosférica. A diferença da temperatura entre o ponto de congelação inicial e a temperatura ambiente é baixa e não permite elevadas taxas de descongelamento (3).

A descongelamento rápida a baixas temperaturas pode ajudar a evitar a perda da qualidade dos alimentos durante o processo de descongelamento. Isto é, um desafio para os processos tradicionais de descongelamento, porque o uso de temperaturas mais baixas reduz a diferença da temperatura entre o produto congelado e a temperatura ambiente, o que é a principal força motriz para o processo de descongelamento. Alguns estudos recentes descrevem as vantagens do processo tecnológico de alta pressão devido à redução do tempo de descongelamento e à preservação da qualidade dos alimentos devido à destruição microbiana parcial e à redução de perda por exsudação (3).

O tempo de descongelação é o tempo necessário para que a temperatura passe do nível inicial (congelado) até à temperatura a que deixem de haver vestígios de gelo. Deve ter-se presente que, após descongelados, os produtos têm maior sensibilidade a alterações microbiológicas, bioquímicas e químicas. A perda de nutrientes durante a descongelação significa perda de vitaminas hidrossolúveis, substâncias minerais e aminoácidos (21).

De acordo com a figura 1, a curva de descongelação divide-se em três fases:

- Subida da temperatura até ao patamar da descongelação;
- Descongelação propriamente dita;
- Aquecimento acima do ponto de fusão final (21).

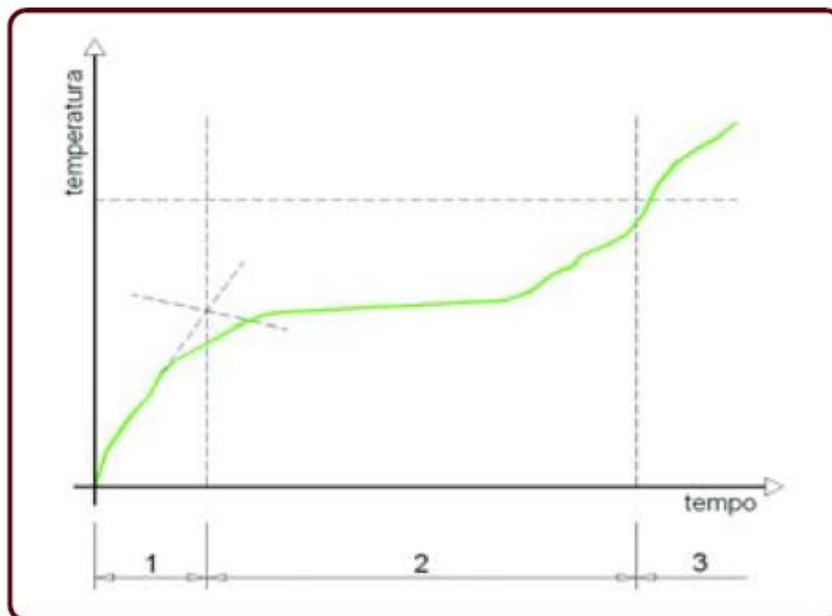


Figura 1: Curva de temperatura na fase de descongelação (21)

6.1. Métodos de descongelação

Os métodos de descongelação podem ser divididos essencialmente em dois grupos, aqueles em que o calor é conduzido para o produto a partir da superfície e aqueles nos quais em que o calor é gerado uniformemente no produto. Um limite, que se aplica aos dois grupos de métodos de descongelação, é imposto pela necessidade de evitar o sobreaquecimento do pescado (22).

No primeiro grupo, o calor é aplicado à superfície do peixe. Este é exposto a um ambiente com ou sem circulação de ar quente, ou pode ser imerso ou pulverizado com água, ou ainda através da condensação do vapor de água sobre o produto. Os métodos que se englobam neste grupo são:

- **Ar estático** (temperatura ambiente ou de refrigeração);
- **Ar forçado;**
- **Em água** (imersão ou pulverização);
- **Vácuo;**

Relativamente aos métodos do segundo grupo, estes dependem da absorção de energia elétrica (métodos elétricos). As altas taxas de descongelação são obtidas por estes métodos, mas o limite é imposto pelo risco de um aquecimento heterogéneo no caso de a energia ser transferida para o peixe rapidamente, pode conduzir a cozedura local. Os métodos de descongelação que fazem parte deste grupo são (22):

- **Aquecimento dielétrico;**
- **Resistência elétrica;**
- **Micro-ondas.**

Quanto às novas tecnologias para realizar a descongelação do pescado, as que estão em desenvolvimento são (23):

- Alta pressão, que envolve a utilização do tratamento de alta pressão para a congelação e descongelação uniforme dentro de materiais alimentares;
- Modernização do método de descongelação em água;
- Sistema climático à base de água, através da utilização automática de água ou de vapor, que é injetada na câmara de descongelação.

7. Previsão do tempo de descongelamento

7.1 Modelo matemático de Planck

A necessidade de métodos para cálculos simplificados é óbvia. Se o tempo de descongelamento é a maior preocupação, é possível desenvolver equações que podem ser utilizadas para obter respostas com precisão satisfatória para aplicações industriais (4).

Planck foi o primeiro a descrever a cinética e determinar o tempo de congelação dos produtos alimentares. No seu primeiro trabalho ele apresentou uma fórmula para calcular o tempo de congelação por um bloco de gelo. Foram consideradas formas geométricas diferentes: cilíndricas, quadráticas e retangulares. Foi utilizado um segundo método de cálculo similar para produtos alimentares, porém apresentou como limitação a hipótese da forma regular para os alimentos. Planck ainda assume que a temperatura do produto a ser congelado permanece no ponto de congelação do início até o fim do processo e toda água do produto está na fase líquida antes da operação de congelação (24). A equação de Planck é essencialmente usada para prever tempos de congelação mas também é usada para prever tempos de descongelamento (25).

A equação original de Planck, apresentada abaixo, permite determinar o tempo de congelação (26):

$$t = \frac{\Delta H}{|T_a - T_{if}|} \left(P \frac{D}{h} + R \frac{D^2}{k} \right)$$

Equação 1: Equação de Planck

Onde:

t – Tempo de congelação (s);

ΔH - Variação de entalpia durante o processo (kJ/kg);

T_a – Temperatura do meio de congelação (°C);

T_{if} – Temperatura inicial de congelação (°C);

P, R – Parâmetros sem dimensões, cujo valor depende do comprimento, largura e altura do corpo. Na tabela 3 observam-se os valores das constantes de acordo com a forma (27).

Tabela 3: Valores das constantes P e R

Forma	P	R
Esfera	1/16	1/24
Cilindro infinito	1/4	1/16
Placa infinita	1/2	1/8

D – Espessura total ou diâmetro (m);

h – Coeficiente de transferência de calor à superfície ($W m^{-2} °C^{-1}$);

k – Condutividade térmica do produto congelado ($W m^{-1} °C^{-1}$)

Contudo, no âmbito deste trabalho, o que se pretende determinar são os tempos de descongelação e para tal será utilizada a equação 1, mas em vez de T_a e T_{if} , serão utilizadas as seguintes variáveis:

T_{ar} – Temperatura do ar da câmara de refrigeração ($°C$);

T_{it} – Temperatura inicial de descongelação ($°C$).

Os sólidos em forma de bloco têm valores de P e R que podem ser obtidos a partir da figura abaixo. Nesta figura (2), β_1 e β_2 são as razões entre os dois lados mais longos e o lado o mais curto.

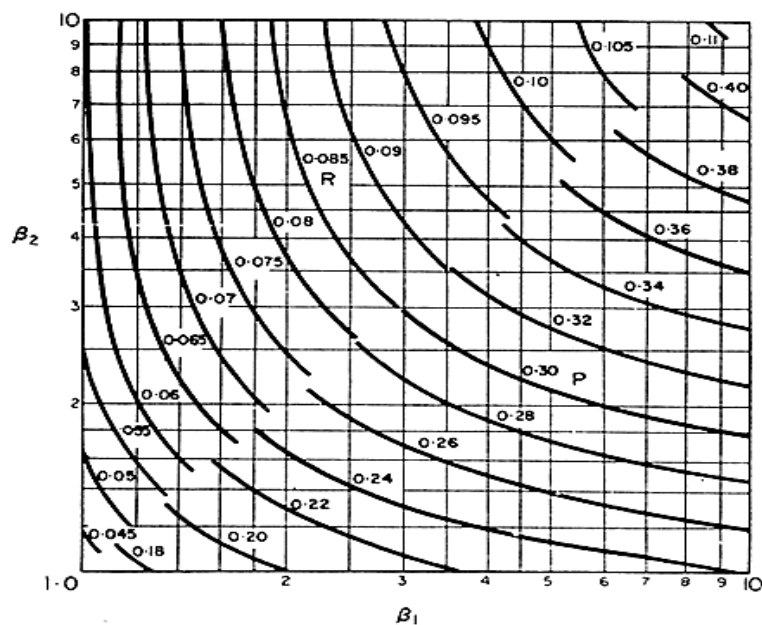


Figura 2: Gráfico para o cálculo das constantes P e R para paralelepípedos

O modelo de Planck tem várias limitações que são:

- Assume que as seguintes componentes são contantes:
 - Temperatura de refrigeração;
 - Calor latente de fusão;
 - Condutividade térmica.
- Só permite calcular o tempo de descongelação, não considera o aquecimento antes da descongelação (28).

7.2. Modelo da capacitância global

Uma vez que uma limitação do modelo de Planck é o facto de prever o tempo apenas para a mudança de fase, então para obter resultados mais aproximados utilizou-se o modelo da capacitância global para calcular o tempo de aquecimento (tempo que decorre entre a temperatura de armazenamento do produto congelado e a temperatura inicial de descongelação), através da equação a baixo:

$$\frac{T - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = e^{-\frac{hA}{\rho VC}t}$$

Equação 2: Modelo da capacitância global

Onde:

t – Tempo;

T_i – Temperatura inicial (°C);

T_∞ - Temperatura da câmara (°C);

T – Temperatura inicial de descongelação (°C);

A – Área (m²);

V – Volume (m³);

O tempo total de descongelação foi estimado pela soma dos tempos obtidos pelas equações 1 e 2.

8. Metodologia

A metodologia utilizada para determinar a percentagem de água de vidragem das diferentes espécies de pescado foi a descrita no Decreto-lei nº 37 de 2004.

A metodologia utilizada para determinar os tempos de descongelação foi através de observação visual e toque.

8.1. Amostras

Produtos congelados e ultracongelados, quer estejam inteiros, eviscerados ou não, descabeçados eviscerados, em filetes, postas ou sob qualquer outra forma.

Na determinação da percentagem de água de vidragem foram analisadas 18 produtos o que envolveu 12 espécies, 9 fornecedores e um total de 37 amostras (339 tomas).

Na determinação dos tempos de descongelação das várias espécies de pescado observou-se um total de 1713,16 kg de pescado, no entanto em apenas 584,9 kg é que se observou a descongelação completa.

8.2. Procedimentos operacionais para a determinação da água de vidragem:

- Toma de amostra para ensaio — o ensaio deve ser efetuado em cada unidade ou na totalidade do produto de cada embalagem, devendo ser utilizadas unidades ou embalagens do mesmo lote. Assegurar que no início do ensaio o produto se encontra a temperatura igual ou inferior a -18°C ;
- Determinação do peso líquido escorrido:
 - **Produtos inteiros, tranches, troços, filetes, postas e outras porções** — pesar cada uma das unidades ou o conteúdo de cada embalagem (M_0). Colocar o produto no cesto e introduzir este na tina, contendo um volume de água 10 vezes superior à massa da toma de ensaio à temperatura de 20°C , mantendo-o constantemente imerso com o auxílio de uma espátula. Retirar da água o cesto com o produto logo que toda a camada de gelo tenha desaparecido, sem que o produto descongele (normalmente um

minuto). Secar com panos turcos de algodão, sem pressionar, e pesar novamente (M_1). Todas estas operações devem ser efetuadas com a maior brevidade possível; Para realizar o cálculo da percentagem de água de vidragem utiliza-se a equação 3:

$$\% \text{ água de vidragem} = \frac{(M_0 - M_1)}{M_0} \times 100$$

Equação 3: Determinação da percentagem da água de vidragem

- **Peixes eviscerados e descabeçados eviscerados** — proceder de modo idêntico ao indicado anteriormente, assegurando-se que toda a camada de gelo tenha desaparecido da cavidade abdominal;

8.2.1. Materiais e equipamentos

- Balança com classe de precisão de 0,1 g e capacidade adequada aos valores das pesagens a efetuar;
- Tina com capacidade para um volume de água pelo menos 10 vezes superior à massa da toma de ensaio;
- Cesto de rede;
- Termómetro calibrado de infravermelhos;
- Papel absorvente;
- Cronómetro;
- Espátula.

8.2.2. Critérios de avaliação

A amostra encontra-se sem a camada de gelo envolvente quando a superfície externa se apresentar áspera (verificada através de toque).

8.3. Procedimentos operacionais para a determinação dos tempos de descongelação do pescado

- Transferir a amostra do equipamento de congelação para um recipiente com grelha e colocá-lo na câmara de refrigeração para iniciar-se a descongelação;
- Após 4 horas, através de perceção tátil verificar se o produto já se encontra descongelado; repetir este procedimento até o produto ficar

descongelado e retificar através do termómetro, se o centro térmico se encontra a 0º C.

8.3.1. Materiais e equipamentos

- Termómetro calibrado de infravermelhos;
- Cronómetro;
- Equipamento de refrigeração;
- Caixas perfuradas (pequenas, médias e grandes).

8.3.2. Critérios de avaliação

A amostra encontra-se totalmente descongelada quando, ao toque, já não se apresenta rígida (congelada).

9. Resultados

9.1. Percentagem de água de vidragem

Na tabela abaixo encontra-se informação declarada nos rótulos, as percentagens médias de água de vidragem determinadas experimentalmente e o desvio padrão, de forma a perceber a variabilidade dos valores em torno da média.

Tabela 4: Resultados da percentagem de água de vidragem

Espécie	% de água de vidragem (rótulo)	Número total de tomas	% de água de vidragem determinada (média)	Desvio padrão
Perca congelada inteira (sem cabeça e vísceras)	Sem adição de água de vidragem	10	1,0	0,4
Peixe-espada preto	Sem adição de água de vidragem	40	2,9	1,6
Filete de chaputa com pele 100-200 g	Sem adição de água de vidragem	10	7,2	3,3
Abrótea inteira	Sem informação	20	5,6	0,9
Solha 300/500g (sem cabeça)	2	70	6,1	2,8
Carapau 7/9	Sem adição de água de vidragem	40	3,3	2,8
Filete de pescada 60/120 Sem pele	Sem adição de água de vidragem	30	5,0	2,3
Pescada 600/900	Sem informação	40	2,1	0,9
Sardinha inteira 10/12	11	10	11,1	2,3
Sardinha inteira 8/12	Sem adição de água de vidragem	10	4,9	1,8
Pescada do cabo	Sem adição de água de vidragem	10	4,3	1,9
Tintureira sem pele (troncos)	0,99	5	4,6	0,3
Tintureira troncos	Sem adição de água de vidragem	5	0,8	0,4
Tentáculos de pota 1000/2000	Sem adição de água de vidragem	5	4,0	1,75
Arinca 1000/2000	Sem adição de água de vidragem	5	8,5	1,8
Carapau 25/35	Sem informação	10	11,7	4,7
Carapau 20/30	Sem adição de água de vidragem	10	5,7	2,9
Salmão Selvagem 6/9	Sem adição de água de vidragem	9	9,6	1,7

De acordo com os resultados apresentados na tabela 4 é possível observar que não existiu nenhuma tendência referente à percentagem de vidragem das 12 espécies recebidas na unidade, isto é, a percentagem de água de vidragem aplicada no pescado foi bastante distinta. Na maioria dos casos o rótulo dos produtos indicava que o produto não apresentava água de vidragem. Também se verificaram outras situações, nomeadamente, rótulos sem qualquer informação sobre a presença ou ausência de água de vidragem e também casos em que o fornecedor indicava uma determinada percentagem de água de vidragem, mas a qual não correspondia à realidade (a percentagem declarada no rótulo era inferior à realidade).

A percentagem de água de vidragem determinada experimentalmente variou entre 1 e 12%.

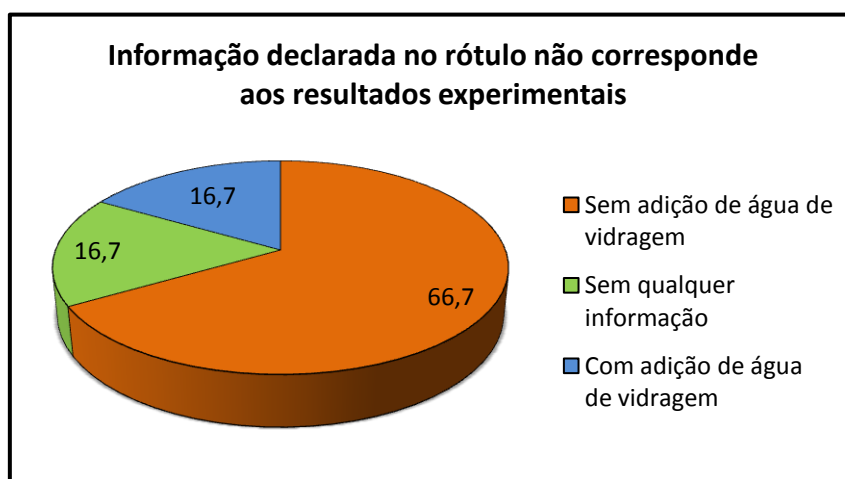


Gráfico 1: Informação declarada nos rótulos não corresponde aos resultados experimentais

Ao analisar o gráfico 1 é possível verificar que 66,7% dos rótulos indicavam que o produto não tinha água de vidragem, 16,7% o produto tinha água de vidragem e 16,7% dos rótulos não tinham qualquer informação sobre a presença ou ausência de água de vidragem. É importante referir que, no caso em que o rótulo não tem qualquer informação sobre a presença ou ausência de água de vidragem, este não cumpre as normas de rotulagem, pois segundo o artigo 6º do DL nº 37/2004, nos produtos não vidrados, congelados, pré-embalados, e ultracongelados contidos em embalagens não transparentes ou que não permitam visualizar o seu conteúdo devem referir a menção “Sem adição de água de vidragem”.

Também se verificou que nos produtos em que os rótulos indicavam presença de água de vidragem, que a percentagem declarada nos rótulos não correspondia à

realidade, isto verificou-se em 66,7% dos produtos, sendo esta inferior à determinada experimentalmente. Apenas 5,6% a informação declarada no rótulo estava de acordo com os resultados experimentais.

É importante referir que segundo o DL nº 37 de 2004 são admissíveis os seguintes desvios, **para menos**, no valor do peso líquido escorrido determinado pelo método descrito neste decreto de lei:

- Até 5%, inclusive, nos cefalópodes;
- Até 4%, inclusive, nos restantes produtos

Pode concluir-se que foram encontrados desvios, para mais, no valor do peso líquido escorrido dos produtos.

As figuras na página seguinte (figuras 3, 4 e 5) mostram o pescado antes e após a determinação do peso líquido escorrido.

Pescado com vidragem

Pescado sem vidragem

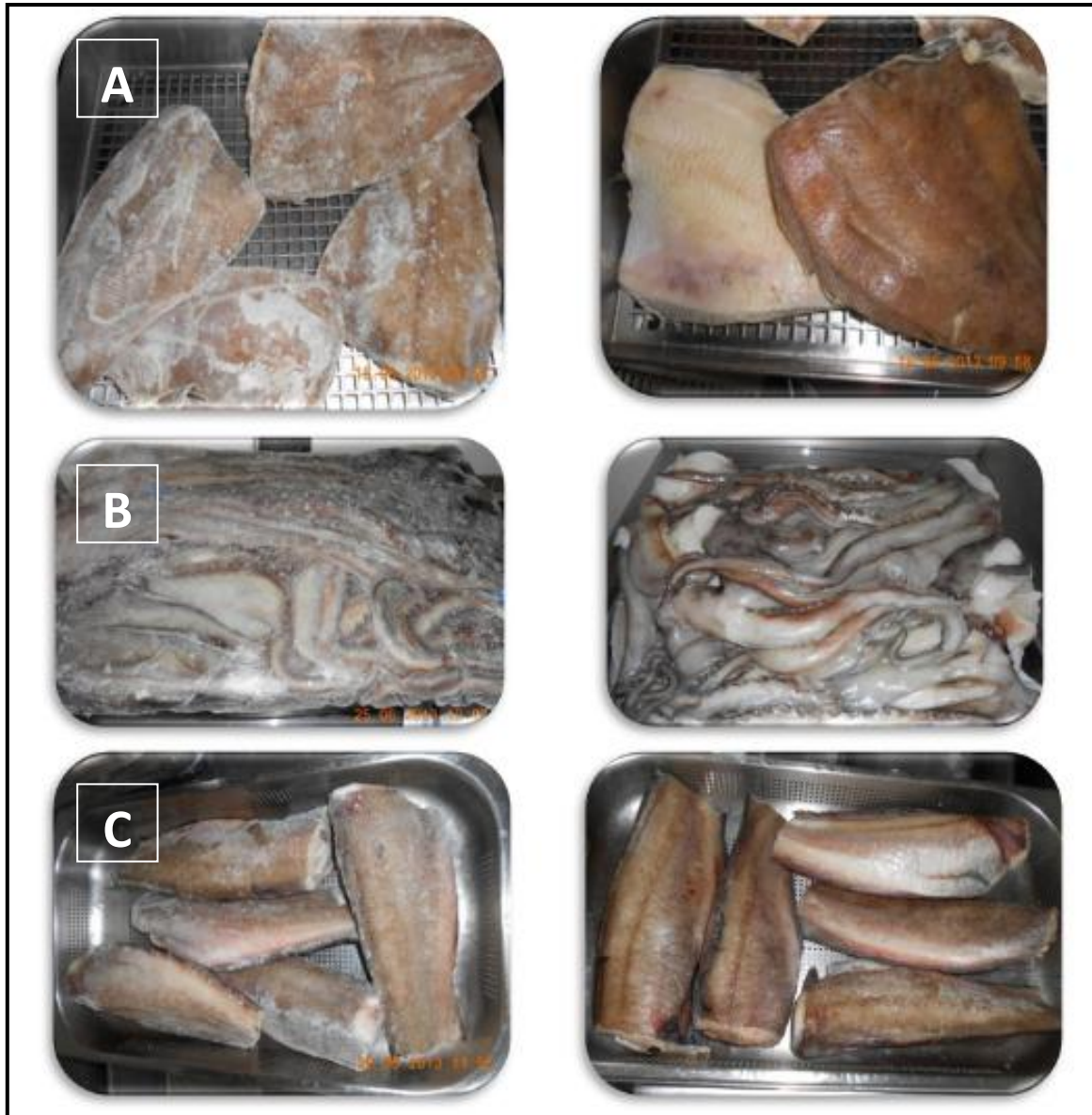


Figura 3: Pescado com e sem vidragem (A - Solha, B - Tentáculos, C - Abrótea)



Figura 4: Pescado com e sem vidragem (A - Salmão, B - Perca, C - Pescada, D - Peixe espada)



Figura 5: Pescado com e sem vidragem (A - Carapau, B - Arinca, C - Sardinha, D - Pescada do cabo)

A realização deste trabalho experimental teve duas limitações referentes ao procedimento:

- Segundo o DL nº 37/2004 o produto deveria estar a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ no início da determinação da percentagem de água de vidragem e isso não era possível (o produto normalmente encontrava-se a $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- Outra exigência deste decreto refere-se à classe de precisão da balança que deveria ser de 0,1 g ao invés de 1 g como foi utilizada.

9.2. Tempos de descongelação

9.2.1. Pescado completamente descongelado

Tabela 5: Tempos de descongelação (experimentais)

Espécie	Tamanho da caixa	Quantidade (kg)	Tempo de descongelação (h)
Carapau 7/9	Média	14	34,7
Lulas	Pequena	8,71	24,0
Peixe-espada	Pequena	9	49,0
	Média	20	35,2
Solha 300/500 g (sem cabeça)	Pequena	10	23,0
	Média	20	30,0
Carapau 20/30	Pequena	7	24,0
	Grande	21	24,0
Salmão Selvagem 6/9	Média	11	23,0
	Média	24	24,0
Bacalhau demolido ultracongelado Posta média 180g	Média	10	16,3
Abrótea Inteira	Pequena	10	45,0
	Média	20	46,0
Pescada congelada	Pequena	7	68,0
	Média	14	39,6
	Média	28	56,0
Tintureira troncos	Média	18,41	31,5
Manto de pota	Pequena	10	31,0
	Média	20	50,0
Filetes de pescada 60/120 sem pele inteiro	Pequena	3,5	29,3
	Média	14	26,0
Pescada do Cabo	Média	17,11	51,0
	Grande	17,42	40,0
Arinca 1000/2000	Média	21,42	24,0
	Média	24,11	40,0
Bacalhau 2/3 Kg	Média	17,81	49,0
Chaputa 500-1000 g (sem cabeça)	Grande	20	48,0

Através da observação da tabela 5 ficam a conhecer-se os tempos de descongelação, determinados experimentalmente, para as várias espécies utilizadas na unidade. No entanto, como se pode visualizar no anexo II, existiram exceções em que o pescado não descongelou totalmente, devido a:

- Como a Eurest tem definido um tempo máximo desde a descongelação até à confeção do produto, o pescado que é necessário para o domingo e para a segunda-feira não descongela pois, durante o fim-de-semana não se realizam preparações de pescado, logo à sexta-feira retirava-se o pescado da câmara de congelação para iniciar a descongelação e preparava-se na tarde de sexta (após aproximadamente 6 horas do início da descongelação);
- No centro da caixa de descongelação, na maioria dos casos, havia sempre pescado congelado devido ao facto de serem colocadas grandes quantidades dentro da mesma caixa.

Também é possível observar que o tempo depende de vários fatores, nomeadamente: quantidade e o local (dentro da câmara). Tal como é visível no caso do peixe-espada, 9 kg demoraram 49 horas e 20 kg demoraram apenas 35,2 horas. O fator que é responsável por esta situação é o local onde foi colocado a descongelar (prateleira, banheira ou na banheira mas com caixas empilhadas).

Durante a realização deste trabalho também se foram observando várias situações que vão de encontro com o que se especulou inicialmente através dos modelos matemáticos, nomeadamente, o tempo de descongelação depende das dimensões do bloco de peixe a descongelar e o h depende das condições de agitação do ar:

- No caso do carapau 7/9, se for colocado a descongelar com uma gasto-norma em cima da banheira demora menos de metade do tempo do que se for colocado a descongelar dentro da banheira, isto para uma caixa média com 14 kg;
- Relativamente à solha verifica-se que ao efetuar a sua descongelação na prateleira demora metade do tempo do que se for em cima da banheira;
- Na situação da pescada ao comparar a descongelação realizada, com e sem as embalagens que as envolviam, verifica-se que a descongelação com as embalagens demora mais tempo do que o dobro da quantidade na mesma caixa;
- Mais uma vez, no caso do manto da pota e dos filetes de pescada, observa-se que a descongelação realizada em cima da banheira é mais lenta do que na prateleira;

- Por fim, no caso da arinca, verifica-se que a descongelação realizada dentro da banheira é mais lenta do que em cima da banheira. Esta situação é compreensível, pois em cima da banheira temos apenas a superfície da caixa, enquanto que na banheira temos a superfície lateral da banheira e da caixa que isola lateralmente o conteúdo do ar exterior.

Em suma, pode concluir-se que o local (dentro da câmara de refrigeração) influencia efetivamente o tempo de descongelação, ou seja, será mais rápida quando é efetuada na prateleira, seguindo-se em cima da banheira e será mais lenta dentro da banheira.

9.3. Determinação do coeficiente de transferência de calor através da equação de Planck e dos tempos de descongelação determinados experimentalmente

O coeficiente de transferência de calor foi determinado igualando a soma dos tempos previstos pelas equações 1 e 2 ao tempo medido experimentalmente para estudar relações com a posição na câmara e para obter um (ou mais) valor(es) de forma simular a influência da dimensão das amostras no tempo de descongelação.

Para determinar o coeficiente de transferência de calor e para a previsão dos tempos de descongelação foram utilizados os seguintes valores:

Δh	Variação da entalpia (J/m^3)	$2,20 \times 10^8$
T_{ar}	Temperatura do ar da câmara de refrigeração ($^{\circ}C$)	5
T_{if}	Temperatura inicial de descongelação ($^{\circ}C$)	-3
h	Coeficiente de transferência de calor à superfície ($W m^{-2} ^{\circ}C^{-1}$)	10
k	Condutividade térmica do produto congelado ($W m^{-1} ^{\circ}C^{-1}$)	2,2

Na figura abaixo (6) podem verificar-se os diferentes locais na câmara.

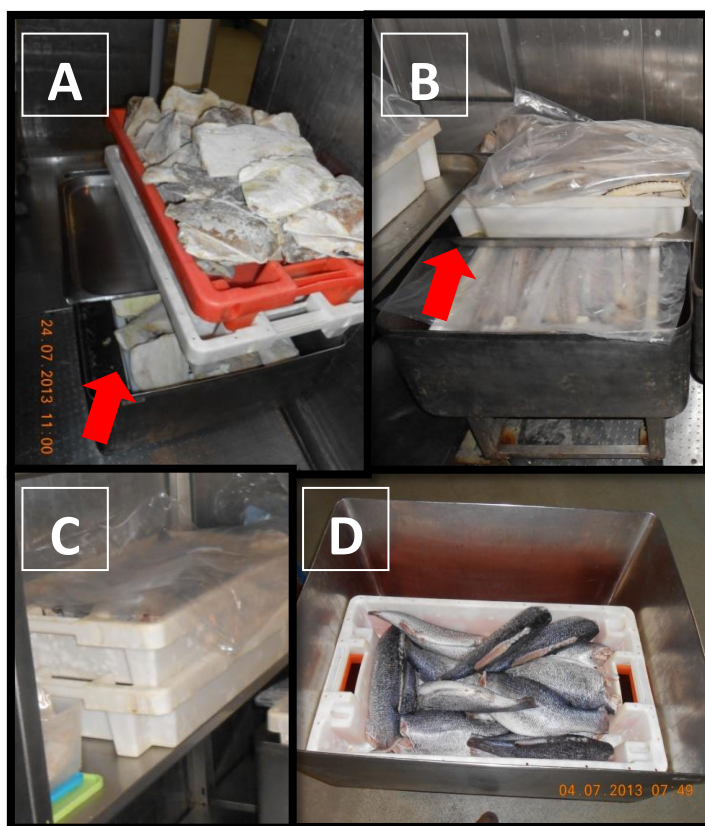


Figura 6: Descongelações nos diferentes locais dentro da câmara de refrigeração
(A- No fundo da banheira com uma caixa por cima; B- Gasto-norma com caixa por cima da banheira; C – Prateleira; D - Apenas uma caixa na banheira

A partir dos tempos de descongelação determinados experimentalmente e dos modelos de Planck e o da capacitância global determinou-se o valor médio do coeficiente de transferência de calor nos diversos locais dentro da câmara de refrigeração (tabelas 6 a 9).

- **Prateleira**

Tabela 6: Determinação do h médio na prateleira

Espécie	Tamanho da caixa	h (W m⁻² °C⁻¹)
Solha 300/500 g S/C	Média	40
Salmão Selv. 6/9	Média	25
Salmão Selv. 6/9	Média	23
Pescada congelada a bordo	Média	12
Pescada congelada a bordo	Média	14
Pescada congelada a bordo	Média	33
Bacalhau HG 2/3 Kg	Média	17
Lulas	Pequena	31
	h médio	24,4

- **Única caixa na banheira**

Tabela 7: Determinação do h médio quando se coloca apenas uma caixa na banheira

Espécie	Tamanho da caixa	h (W m⁻² °C⁻¹)
Carapau 7/9	Média	18
Tintureira troncos	Média	21
Tintureira troncos	Média	50
Arinca 1000/2000	Média	24
Chaputa S/C 500-1000 G	Grande	43
	h médio	31,2

- **Gasto-norma com caixa em cima da banheira**

Tabela 8: Determinação do h médio para caixas em cima da banheira

Espécie	Tamanho da caixa	h (W m ⁻² °C ⁻¹)
Carapau 7/9	Pequena	13
Peixe espada preto - S/P	Pequena	11
Peixe espada preto - S/P	Média	20
Abrótea Inteira	Média	14
Abrótea Inteira	Pequena	8
Pescada congelada a bordo	Pequena	33
FTE Pota (Manto)	Pequena	13
Filetes de pescada 60/120 sem pele INT	Pequena	22
Pescada do Cabo	Média	14
Arinca 1000/2000	Média	68
Carapau 20/30	Pequena	32
Solha 300/500 g S/C	Média	55
	h médio	25,2

- **Caixa no fundo da banheira**

Tabela 9: Determinação do h médio para uma caixa no fundo com outra empilhada

Espécie	Tamanho da caixa	h (W m ⁻² °C ⁻¹)
Peixe espada preto - S/P	Média	60
Solha 300/500 g S/C	Pequena	43
Pescada congelada a bordo	Média	8
Pescada congelada a bordo	Média	8
	h médio	29,7

De acordo com as tabelas acima (6 a 9), não se verifica nenhuma tendência nem nenhuma relação do h com as dimensões das caixas. Foi determinado um h, em unidades SI, de 24,4 para a prateleira, de 31,2 quando era colocada apenas uma caixa na banheira, de 25,2 quando era colocada uma caixa em cima de uma gasto-norma e de 29,7 para a caixa no fundo da banheira com outra empilhada. Verificou-se ainda

uma grande discrepância de valores que podem explicar-se por vários erros que possam ter ocorrido, nomeadamente a flutuações de temperatura e/ou pela abertura da porta da câmara de refrigeração.

9.4. Previsão dos tempos de descongelação através dos modelos de Planck e da capacitância global

Uma vez que não se obteve nenhuma tendência para os valores de h, tendo em conta os tamanhos das caixas e as posições na câmara de refrigeração, realizaram-se previsões utilizando o valor de h mais baixo (8) e o mais alto (60), como se pode observar nos gráficos 3 a 5 de três espécies de pescado.

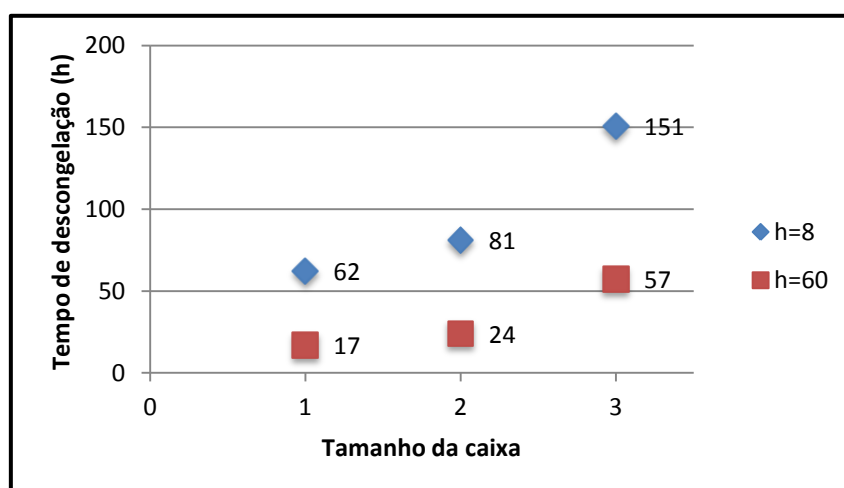


Gráfico 2: Previsão do tempo de descongelação do carapau 7/9
(Tamanho da caixa: 1 – pequena 7 kg; 2 - média 14 kg; 3 – grande 21 kg)

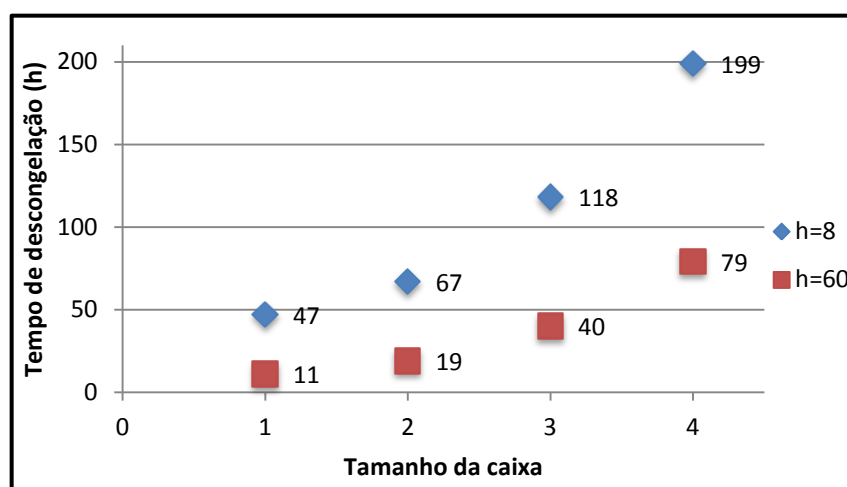


Gráfico 3: Previsão do tempo de descongelação da pescada congelada a bordo
(Tamanho da caixa: 1 – pequena 7 kg; 2 - média 14 kg; 3 – grande 21 kg; 4 – grande 42 kg)

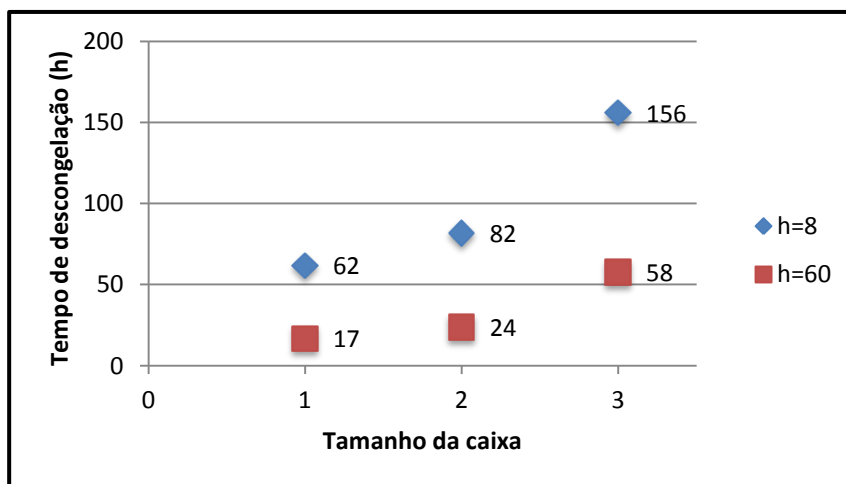


Gráfico 4: Previsão do tempo de descongelação de filetes de pescada
(Tamanho da caixa: 1 – pequena 7 kg; 2 - média 14 kg; 3 – grande 21 kg)

Tal como se pode observar nos gráficos acima (3, 4 e 5), o valor do coeficiente de transferência de calor influencia de forma bastante considerável a previsão do tempo de descongelação. Ao realizar a previsão com o h mais baixo ($8 \text{ Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) obtém-se um tempo de descongelação bastante inferior do tempo previsto com o h mais alto ($60 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$). Nos anexos III e IV verificam-se as previsões com diferentes valores de h iguais a 8 e 60 respetivamente, para todas as espécies de pescado utilizadas na unidade, tendo em conta as diferentes quantidades de pescado colocadas nas caixas com diferentes dimensões.

De forma a obter um valor médio dos tempos de descongelação, foi realizada uma previsão com o valor de h médio ($26 \text{ Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), tal como se pode observar na tabela abaixo.

Tabela 10: Previsão dos tempos de descongelação ($h=26 \text{ Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

Espécie	Tamanho da caixa	m (kg)	Soma do tempo de ambos os modelos
Carapau 7/9	Pequena	7	26
	Média	14	35
	Grande	21	76
Peixe espada preto - S/P (tronco)	Pequena	10	27
	Média	30	38
	Grande	60	82
Solha 300/500 g S/C	Pequena	20	29
	Média	40	40
	Grande	60	83
Lulas	Pequena	8,71	26
	Média	17	36
	Grande	25	77

Tabela 110: Previsão dos tempos de descongelação ($h=26 \text{ Wm}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) (cont.)

Espécie	Tamanho da caixa	m (kg)	Soma do tempo de ambos os modelos
Abrótea Inteira	Pequena	10	17
	Média	20	26
	Grande	30	69
	Grande	50	135
Pescada congelada a bordo	Pequena	7	18,2
	Média	14	28
	Grande	21	56
	Grande	42	103
Tintureira troncos	Pequena	9	24
	Média	18,41	33
	Grande	40	66
Carapau 20/30	Pequena	7	26
	Média	14	35
	Grande	28	77
Salmão Selv. 6/9	Pequena	11	24
	Média	24	32
	Grande	35	50
Bacalhau demolido ultracongelado P. Média Aprox. 180G	Pequena	5	26
	Média	10	35
	Grande	20	76
FTE Pota (Manto)	Pequena	10	17
	Média	20	34
	Grande	40	98
Filetes de pescada 60/120 sem pele INT	Pequena	7	26
	Média	14	36
	Grande	28	78
Pescada do cabo	Pequena	7	26
	Média	17,11	36
	Grande	21	69
Arinca 1000/2000	Pequena	12	27
	Média	24,11	38
	Grande	36	71
Bacalhau 2/3 Kg	Pequena	9	27
	Média	17,81	37
	Grande	27	70
Chaputa S/C 500-1000 G	Pequena	10	23
	Média	20	30
	Grande	30	49

Através da análise dos resultados da previsão dos tempos de descongelação com h médio ($26 \text{ Wm}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) verifica-se que o que se observou através da previsão dos modelos matemáticos vai de encontro ao que se verificou ao longo do trabalho experimental, ou seja, se for colocada uma grande quantidade de pescado, este não

descongela completamente durante o período máximo estabelecido pela Eurest. Ou seja, se se observar a tabela dos resultados experimentais verifica-se que, maioritariamente, obtiveram-se resultados de descongelações efetuadas em caixas pequenas e médias e apenas três resultados de tempos de descongelações realizadas em caixas grandes, no entanto a sua quantidade de pescado nas caixas grandes não excedeu os 21 kg. Ao observar a tabela dos tempos estimados, verifica-se a mesma situação, ou seja, as células sombreadas a cinza são as que ultrapassam o tempo máximo definido pela Eurest, que corresponde à quantidade que era colocada nas caixas grandes.

Desta forma, recomenda-se que ao realizar a descongelação nas caixas grandes, não se utilize a sua capacidade total, pois o pescado não irá descongelar no centro da caixa. Também deve dar-se preferência à descongelação nas prateleiras e só depois recorrer ao empilhamento das caixas nas banheiras.

Não é possível concluir se o tempo de descongelação depende do tipo de corte, pois os produtos recebidos eram maioritariamente inteiros (sem cabeça e sem vísceras), à exceção dos filetes de pescada que vinham em bloco.

10. Práticas incorretas na realização da descongelação por parte das despenseiras

Durante o acompanhamento das descongelações do pescado realizadas pelas despenseiras foram detetadas algumas práticas incorretas que levaram à alteração de alguns procedimentos, nomeadamente:

- Algumas espécies vinham individualizadas dentro de sacos de plástico e estes não eram retirados, o que iria dificultar a descongelação e o exsudado iria ficar em contacto como produto, para evitar isso passou-se a retirar estas embalagens. Esta situação verificou-se na pescada e na perca como se pode observar na figura 7.



Figura 7: Realização da descongelação sem remover as embalagens (A – Pescada, B – Perca)

- A quantidade colocada a descongelar na mesma caixa era excessiva, o que dificultava a descongelação e danificava o pescado que ficava nas camadas de baixo devido à quantidade sobreposta. Deixavam o saco de plástico para que o pescado não caísse como se pode observar na figura 8.



Figura 8: Quantidade excessiva de pescado

- Como se pode observar na figura 9, eram colocadas caixas empilhadas, mas como o pescado que era colocado na caixa de baixo ultrapassava a altura da caixa, a caixa que ficava em cima ficava a fazer pressão no pescado de baixo, logo iria deteriora-lo (esmaga-lo).



Figura 9: Caixas em cima do pescado

- Por vezes verificou-se a utilização de gasto-normas para colocar de baixo das caixas de descongelação e devido à sua altura ser baixa, o exsudado ficava em contacto com o produto que se encontrava a descongelar como se pode observar na figura 10.



Figura 10: Abrótea em contacto com o exsudado

- Em alguns casos (tintureira, salmão e no manto de pota) o exsudado também ficava em contacto com o produto que se encontrava a descongelar devido ao facto do pescado a descongelar ocupar grande parte da superfície da caixa e a perfuração ficar praticamente coberta, logo

o líquido proveniente da descongelação não era drenado para a caixa para o efeito (figura 11).



Figura 11: Salmão em contacto com o exsudado

11. Considerações finais

Ao longo da realização do trabalho prático foram encontrados alguns obstáculos que dificultaram a recolha dos dados relativos aos tempos de descongelação, nomeadamente, algumas práticas incorretas por parte das despenseiras, que dificultavam que o pescado descongelasse completamente.

O facto de ser colocada uma quantidade excessiva de pescado dentro das caixas médias ou o facto de ser utilizada a capacidade total das caixas grandes, impossibilitou a descongelação completa do pescado. No entanto de forma a conseguir obter-se os tempos de descongelação, estimou-se o valor do coeficiente de transferência de calor pois este não foi determinado no local, através dos resultados dos tempos experimentais. Assim, conclui-se que o valor de h mais baixo dentro da câmara de refrigeração é $8 \text{ Wm}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e o mais alto é $64 \text{ Wm}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, esta elevada oscilação pode dever-se a flutuações de temperatura e/ou devido à abertura da câmara de refrigeração.

Também se pode concluir através da previsão dos modelos, e que foi de encontro ao que se verificou no trabalho experimental, que não se deve utilizar a capacidade total das caixas grandes, para que o pescado descongele no centro da caixa, para isso serão necessárias mais caixas o que irá obrigar a realizar um investimento.

No entanto, pode concluir-se que o local dentro da câmara de refrigeração influencia o tempo de descongelação. O pescado descongela mais rápido na prateleira, de seguida em cima da banheira e demora mais tempo quando é colocado dentro da banheira.

Relativamente à determinação da percentagem de água de vidragem de várias espécies de pescado e de vários fornecedores, as duas situações mais comuns foram, a ausência da menção “Sem adição de água de vidragem” nos rótulos e esta é obrigatória quando o pescado não é submetido ao processo de vidragem, segundo o artigo 6º do DL nº 37/2004. A outra situação, e a mais comum, no rótulo estava mencionado que o pescado não tinha vidragem, no entanto, após a sua determinação constatou-se o contrário.

12. Bibliografia

1. COLLA, L. M. e PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. *Congelamento e descongelamento - sua influência sobre os alimentos*. 2003. [Consultado a: 7 de março de 2013] Disponível em: <http://www.seer.furg.br/vetor/article/viewFile/428/109>.
2. VAZ-PIRES, Paulo. *Tecnologia do pescado*. 2006. [Consultado a: 28 de Março de 2013.] Disponível em: http://www.icbas.up.pt/~vazpires/pessoal_files/tecnologia%20pescado_files/PPapontam2006.pdf.
3. ALIZADEH, E., CHAPLEAU, N., DE LAMBALLERIE, M., LEBAIL, A. *Effects of Freezing and Thawing Processes on the quality of Atlantic Salmon (Salmo salar) Fillets*. Journal of food science. 2007, Vol. 72:5, pp. 279-284.
4. HAUGLAND, Anders. *Industrial thawing of fish - to improve quality, yield and capacity*. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim. 2002. Dissertação.
5. NUNES, M. L. e BATISTA, I. *Efeito da utilização de aditivos na vidragem da sardinha (Sardina pilchardus) armazenada em congelado*. Montechoro. 1988. In: 5º Congresso do Algarve. pp. 473-478.
6. NUNES, M. L., BATISTA, I., BANDARRA, N. M., MORAIS, M. G. e RODRIGUES, P. O. *Produtos da pesca: valor nutricional e importância para a saúde e bem-estar dos consumidores*. Publicações Avulsas do IPIMAR. 2008, p. 77.
7. BANDARRA, N. M. e NUNES, M. L. *Valor nutricional das espécies de pescado mais consumidas em Portugal*. [Consultado a: 7 de janeiro de 2014.] Disponível em: <http://www.fileiradopescado.com/documents/Valor-nutricional-das-esp--cies-de-pescado-mais-consumidas-em-Portugal.pdf>.
8. OLIVEIRA, Wallace Fernando da Silva. *Implantação de sistemas de gestão para a garantia da segurança de alimentos. Estudo caso: Linha de fabricação de file de peixe congelado*. Departamento de tecnologia de alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008. Dissertação.
9. ACOPE - Associação dos comerciantes de pescado. *"Como comprar peixe"*. [Consultado a: 7 de janeiro de 2014.] Disponível em: <http://www.acope.pt/peixe-a-mesa/saiba-como-comprar-pescado.html>.
10. OTTESTAD, S., ENERSEN, G. e WOLD, J. P. *Effect of Freezing Temperature on the Color of Frozen Salmon*. Journal of Food Science. 2011, Vol. 76:7, pp. 423-427.
11. GARDEN-ROBINSON, J. *Food freezing guide*. 2012. [Consultado a: 5 de Março de 2013.] Disponível em: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/yf/foods/fn403.pdf>.

12. CODEX ALIMENTARIUS. *Code of practice for fish and fishery products (CAC/RCP 52-2003, Rev. 1-2004)*. 2003. [Consultado a: 6 de Março de 2013.] Disponível em: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP.52>.
13. ESPANÑA, Instituto nacional del frio. *Alimentos congelados, procesado y distribución*. Zaragoza. Editorial Acribia, S.A.
14. VANHAECKE, L., VERBEKE, W. e BRABANDERA, H. *Glazing of frozen fish: Analytical and economic challenges*. *Analytica Chimica Acta*. 2010, pp. 40-44.
15. DUARTE, Carla Margarida Pinheiro Cardoso. *Análise do Sistema de Segurança Alimentar de uma Indústria de Produtos da Pesca Congelados*. Universidade Técnica de Lisboa. 2010. Dissertação.
16. ACOPE - Associação dos comerciantes de pescado. *Guia de boas práticas de higiene para produtos de pesca frescos*. Lisboa. 2012. p. 67.
17. VEIGA, A., LOPES, A., SILVA, L., DIAS, M. *Perfil de risco dos principais alimentos consumidos em Portugal*. ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica. 16 de abril de 2009. [Consultado a: 7 de janeiro de 2014.] Disponível em: <http://www.fipa.pt/userfiles/file/i005411.pdf>.
18. PORTUGAL, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Decreto-Lei nº37. 26 de Fevereiro de 2004.
19. SEAFISH. *Glazing*. 2008. [Citação: 5 de Março de 2013.] Disponível em: http://www.seafish.org/media/Publications/FS2-05_08-Glazing.pdf.
20. MAIA, L. R. F. T. e PEREIRA, J. S. *Estudo comparativo entre três técnicas de desglaciamento de filé de pescada*. 2011. [Consultado a: 10 de Abril de 2013.] Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=607087&indexSearch=ID>.
21. ROCHA, Altino. *Conservação os produtos ao longo do tempo - Respostas da indústria de refrigeração*. 2008, Segurança e Qualidade Alimentar, pp. 33-35.
22. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. *Thawing Frozen Fish*. [Consultado a: 22 de Março de 2013.] Disponível em: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5904E/x5904e00.htm#Contents>.
23. ARCHER, M., EDMONDS, M. e GEORGE, M. *Thawing seafood*. Fevereiro de 2008. [Consultado a: 7 de Março de 2013.] Disponível em: <http://www.seafoodacademy.org/Documents/SR598%20thawing.pdf>.
24. SOARES, D. S. C., SANTOS, J. T. S., CAMPOS, A. F. T., COSTA, F. S. C., NUNES, T. P., JÚNIOR, A. M. O. *Avaliação do tempo de congelamento da mangaba (Hancornia Speciosa Gomes) em*

ultrafreezer através dos modelos matemáticos de Planck e Pham. Scientia Plena. 2 de Março de 2012, Vol. 8, pp. 1-6.

25. ILICALI, Coskan. *A simplified analytical model for thawing time calculation in foods*. 1989, Journal of food science, Vol. 54, pp. 1031-1036.

26. CLELAND, Donald John. *Prediction of freezing and thawing times for foods*. Massey University. 1985. pp. 1-281, Thesis for the degree of Doctor .

27. JOHNSTON, W. A., NICHOLSON, F. J., ROGER, A., STROUD, G. D. *Freezing and refrigerated storage in fisheries*. 1994. [Consultado a: 5 de Março de 2013.] Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/V3630E/v3630e06.htm>.

28. MEIYE, Chua e LAI, Tan Fock. *Studies on freezing time of foodstuffs*. School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technological University. Singapore.

13. Anexos

Anexo I: Caixas de descongelamento

Caixa grande



Caixa Média



Caixa pequena



Caixa para descongelar o
pescado e caixa para o
exsudado



Anexo II: Tempos de descongelação (pescado parcialmente descongelado)

Espécie	Quantidade (kg)	Tempo (h)	Observações
Carapau 7/9	21	24,0	Apenas alguns congelados no centro da caixa
	21	22,0	
Peixe espada preto (tronco)	28,36	66,0	No centro da caixa encontravam-se alguns congelados
	70	71,0	
	30	25,0	Praticamente congelado, exceto aqueles que estavam nas extremidades da caixa e as extremidades dos que se encontravam do centro da caixa.
	34	46,0	No centro da caixa alguns ainda se encontravam em pedra
Solha 300/500 g (sem cabeça)	30	46,0	No centro da caixa algumas com gelo à superfície
	40	50,0	
	20	53,0	As do centro da caixa congeladas
	20	48,0	
	20	21,0	Do lado onde tinha a caixa por cima ainda estavam completamente congeladas
	20	21,0	Apenas no centro da caixa encontravam-se algumas congeladas
Carapau 20/30	28	25,0	Apenas no centro da caixa encontravam-se alguns congelados
	21	24,0	Apenas a camada de cima e os que estavam nas extremidades descongeladas
Bacalhau demolhado	20	31,0	As três camadas de cima descongeladas, no centro da caixa e em baixo as postas ainda se encontram em pedra.
	20	48,0	Camada de cima descongelada e extremidades
Perca inteira (sem cabeça e vísceras)	20	46,3	Camada de baixo congelada
	20	76,0	Ainda se encontravam congeladas no centro térmico da perca
	20	70,0	
	30	24:30	Apenas as percas que estavam sobrepostas no centro da caixa é que se encontravam congeladas
	20	26,0	Apenas as que não estavam sobrepostas é que estavam descongeladas
Abrótea Inteira	50	30,0	Camada do meio congelada
	20	22,0	Congeladas e com gelo à superfície
	20	22,0	A camada de cima congeladas no centro térmico
	20	22,0	Apenas a camada superior estava descongelada
	20	26,0	Camada superior e extremidades descongeladas, camada inferior ainda com gelo à superfície

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Quantidade (kg)	Tempo (h)	Observações
Abrótea Inteira	20	46,0	Apenas a camada superior descongelada
	10	44,3	Do lado onde não tinha a gasto-norma por cima descongelada, do lado que tinha a camada de baixo estava congelada
	10	15,3	Após 15:30h apenas no centro da caixa é que estavam congeladas, após 39:30 completamente descongeladas
	30	48,3	As abróteas que estavam de baixo da gasto-norma ainda em pedra
Pescada congelada a bordo	14	52,0	Ainda se encontravam congeladas, pois colocaram uma caixa por cima
	28	23,0	Primeira camada totalmente descongelada, as camadas inferiores não estavam em pedra mas estavam congeladas e com gelo à superfície
	28	23,0	Primeira camada descongelada, as de baixo não estavam em pedra mas ainda se encontravam congeladas
	14	47,0	Apenas as pescadas das extremidades é que se encontram descongeladas
	42	26,0	Apenas a metade das pescadas da camada de cima descongelada
FTE Pota (Manto)	40	19,0	Ainda congeladas, nem era possível separar
Tentáculos Pota 1000/2000	40	24,0	Bloco de cima descongelado, o bloco de baixo já se conseguia separar, mas ainda congelado
Filetes de pescada 60/120 sem pele (inteiro)	28	28,0	Apenas a primeira camada de filetes descongelados. Só era possível separar os filetes dos primeiros 2 blocos
	28	43,3	Bloco de cima descongelado, os blocos do meio já era possível separar e os filetes das extremidades descongelados, o bloco de baixo congelado
	11,5	29,3	Ainda estavam alguns congelados no centro da caixa
Filete de chaputa com pele 100-200 g	20,4	44,0	Bloco de baixo congelado
Sardinha inteira 10/12	21	40,0	Apenas as 3 camadas de baixo congeladas

Anexo III: Previsão do tempo de descongelação ($h=8 \text{ w m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

$m/v = 1100 \text{ kg/m}^3$; fish fusion = 200000 J/Kg; $\Delta h = 220000000 \text{ J/m}^3$; T_{ar} e $T_{inf} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$; T_{if} e $T = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_i = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $k = 2,2 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total (m)	m (kg)	v (m ³)	Área (m ²)	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Carapau 7/9	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	58,70	3,60	62
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	74,87	6,14	81
	Grande	0,43	21	0,019090909	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	141,56	9,21	151
Peixe espada preto - S/P (tronco)	Pequena	0,2	10	0,009090909	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	58,70	5,27	64
	Média	0,25	30	0,027272727	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	74,87	13,49	88
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	141,56	26,98	169
Solha 300/500 g S/C	Pequena	0,20	20	0,018181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,78	58,70	11,73	70
	Média	0,25	40	0,036363636	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,78	74,87	20,01	95
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,78	141,56	30,01	172
Carapau 20/30	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	58,70	3,60	62
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	74,87	6,14	81
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	141,56	12,28	154
Salmão Selv. 6/9	Pequena	0,07	11	0,01	0,174	4,3	8,3	0,37	0,105	1,65	26,52	5,98	32
	Média	0,15	24	0,021818182	0,204	2,0	4,5	0,29	0,083	1,65	48,02	11,13	59
	Grande	0,21	35	0,031818182	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,65	61,31	16,23	78

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total (m)	m (kg)	v (m ³)	Área (m ²)	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Bacalhau demolhado ultracongelado P. Média Aprox. 180G	Pequena	0,2	5	0,004545455	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	58,70	3,00	62
	Média	0,25	10	0,009090909	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	74,87	5,11	80
	Grande	0,43	20	0,018181818	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,82	141,56	10,23	152
Abrótea Inteira	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,56	39,92	5,14	45
	Média	0,18	20	0,018181818	0,204	1,7	3,8	0,27	0,076	1,56	54,96	8,77	64
	Grande	0,4	30	0,027272727	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	128,89	13,15	142
	Grande	0,58	50	0,045454545	0,204	1,9	2,3	0,26	0,072	1,56	228,09	21,92	250
Pescada congelada a bordo	Pequena	0,14	7	0,006363636	0,174	2,1	4,1	0,28	0,082	1,56	43,01	3,60	46,6
	Média	0,21	14	0,012727273	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,56	61,31	6,14	67
	Grande	0,35	21	0,019090909	0,204	1,2	2,3	0,24	0,067	1,56	108,71	9,21	117,9
	Grande	0,5	42	0,038181818	0,204	1,7	2,3	0,25	0,07	1,56	180,12	18,41	199
Tintureira troncos	Pequena	0,18	9	0,008181818	0,174	1,7	3,1	0,27	0,075	1,6	54,84	4,74	60
	Média	0,23	18,41	0,016736364	0,204	1,3	3,0	0,25	0,073	1,6	68,31	8,28	77
	Grande	0,38	40	0,036363636	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,6	120,68	17,99	139
FTE Pota (Manto)	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,6	39,92	5,27	45
	Média	0,24	20	0,018181818	0,204	1,3	2,8	0,25	0,07	1,6	71,29	8,99	80
	Grande	0,48	40	0,036363636	0,174	1,6	2,3	0,25	0,07	1,6	170,58	21,09	192

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total (m)	m (kg)	v (m ³)	Área (m ²)	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Filetes de pescada 60/120 sem pele INT	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	58,70	3,60	62
	Média	0,25	14	0,012727273	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	74,87	7,20	82
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	141,56	14,39	156
Lulas	Pequena	0,20	8,71	0,007918182	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	58,70	4,59	63
	Média	0,25	17	0,015454545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	74,87	8,96	84
	Grande	0,43	25	0,022727273	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	141,56	13,18	155
Pescada do cabo	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	58,70	3,60	62
	Média	0,25	17,11	0,015554545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	74,87	8,79	84
	Grande	0,4	21	0,019090909	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	128,89	10,79	140
Arinca 1000/2000	Pequena	0,2	12	0,010909091	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,65	58,70	6,52	65
	Média	0,25	24,11	0,021918182	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,65	74,87	13,11	88
	Grande	0,4	36	0,032727273	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,65	128,89	19,57	148
Bacalhau 2/3 Kg	Pequena	0,2	9	0,008181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	58,70	5,40	64
	Média	0,25	17,81	0,016190909	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	74,87	10,68	86
	Grande	0,4	27	0,024545455	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,82	128,89	16,19	145
Chaputa S/C 500-1000 G	Pequena	0,17	10	0,009090909	0,174	1,8	3,4	0,27	0,077	1,82	51,55	6,00	58
	Média	0,2	20	0,018181818	0,174	1,5	3,4	0,266	0,075	1,82	61,22	11,99	73
	Grande	0,35	20	0,018181818	0,174	1,2	0,4	0,2	0,055	1,6	90,23	10,54	101

Anexo IV: Previsão do tempo de descongelação ($h=60 \text{ w m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

$m/v = 1100 \text{ kg/m}^3$; fish fusion = 200000 J/Kg; $\Delta h = 220000000 \text{ J/m}^3$; T_{ar} e $T_{inf} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$; T_{if} e $T = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_i = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $k = 2,2 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Carapau 7/9	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	16,49	0,48	17
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	23,15	0,82	24
	Grande	0,43	21	0,019090909	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	56,15	1,23	57
Peixe espada preto - S/P (tronco)	Pequena	0,2	10	0,009090909	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	16,49	0,70	17
	Média	0,25	30	0,027272727	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	23,15	1,80	25
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	56,15	3,60	60
Solha 300/500 g S/C	Pequena	0,20	20	0,018181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,78	16,49	1,56	18
	Média	0,25	40	0,036363636	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,78	23,15	2,67	26
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,78	56,15	4,00	60
Carapau 20/30	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	16,49	0,48	17
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	23,15	0,82	24
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	56,15	1,64	58
Salmão Selv. 6/9	Pequena	0,07	11	0,01	0,174	4,3	8,3	0,37	0,097	1,65	4,95	0,80	6
	Média	0,15	24	0,021818182	0,204	2,0	4,5	0,29	0,083	1,65	12,02	1,48	14
	Grande	0,21	35	0,031818182	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,65	17,86	2,16	20
Bacalhau demolhado ultracongelado P. Média Aprox. 180G	Pequena	0,2	5	0,004545455	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	16,49	0,40	17
	Média	0,25	10	0,009090909	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	23,15	0,68	24
	Grande	0,43	20	0,018181818	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,82	56,15	1,36	58
Abrótea Inteira	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,56	9,14	0,69	10
	Média	0,18	20	0,018181818	0,204	1,7	3,8	0,27	0,076	1,56	14,74	1,17	16
	Grande	0,4	30	0,027272727	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	49,44	1,75	51
	Grande	0,58	50	0,045454545	0,204	1,9	2,3	0,26	0,072	1,56	103,30	2,92	106

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Pescada congelada a bordo	Pequena	0,14	7	0,006363636	0,174	2,1	4,1	0,28	0,082	1,56	10,57	0,48	11,1
	Média	0,21	14	0,012727273	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,56	17,86	0,82	19
	Grande	0,35	21	0,019090909	0,204	1,2	2,3	0,24	0,067	1,56	39,19	1,23	40,4
	Grande	0,5	42	0,038181818	0,204	1,7	2,3	0,25	0,07	1,56	76,68	2,46	79
Tintureira troncos	Pequena	0,18	9	0,008181818	0,174	1,7	3,1	0,27	0,075	1,6	14,63	0,63	15
	Média	0,23	18,41	0,016736364	0,204	1,3	3,0	0,25	0,073	1,6	20,73	1,10	22
	Grande	0,38	40	0,036363636	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,6	45,20	2,40	48
FTE Pota (Manto)	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,6	9,14	0,70	10
	Média	0,24	20	0,018181818	0,204	1,3	2,8	0,25	0,07	1,6	21,64	1,20	23
	Grande	0,48	40	0,036363636	0,174	1,6	2,3	0,25	0,07	1,6	71,28	2,81	74
Filetes de pescada 60/120 sem pele INT	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	16,49	0,48	17
	Média	0,25	14	0,012727273	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	23,15	0,96	24
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	56,15	1,92	58
Lulas	Pequena	0,20	8,71	0,007918182	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	16,49	0,61	17
	Média	0,25	17	0,015454545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	23,15	1,19	24
	Grande	0,43	25	0,022727273	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	56,15	1,76	58
Pescada do cabo	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	16,49	0,48	17
	Média	0,25	17,11	0,015554545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	23,15	1,17	24
	Grande	0,4	21	0,019090909	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	49,44	1,44	51
Arinca 1000/2000	Pequena	0,2	12	0,010909091	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,65	16,49	0,87	17
	Média	0,25	24,11	0,021918182	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,65	23,15	1,75	25
	Grande	0,4	36	0,032727273	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,65	49,44	2,61	52
Bacalhau 2/3 Kg	Pequena	0,2	9	0,008181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	16,49	0,72	17
	Média	0,25	17,81	0,016190909	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	23,15	1,42	25
	Grande	0,4	27	0,024545455	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,82	49,44	2,16	52

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Chaputa S/C 500-1000 G	Pequena	0,17	10	0,009090909	0,174	1,8	3,4	0,27	0,077	1,82	13,57	0,80	14
	Média	0,2	20	0,018181818	0,174	1,5	3,4	0,266	0,075	1,82	17,19	1,60	19
	Grande	0,35	20	0,018181818	0,174	1,2	0,4	0,2	0,055	1,6	32,31	1,41	34

Anexo V: Previsão do tempo de descongelação ($h=26 \text{ w m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

$m/v = 1100 \text{ kg/m}^3$; fish fusion = 200000 J/Kg; $\Delta h = 220000000 \text{ J/m}^3$; T_{ar} e $T_{inf} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$; T_{if} e $T = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_i = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $k = 2,2 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Carapau 7/9	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	24,98	1,11	26
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	33,55	1,89	35
	Grande	0,43	21	0,019090909	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	73,34	2,83	76
Peixe espada preto - S/P (tronco)	Pequena	0,2	10	0,009090909	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	24,98	1,62	27
	Média	0,25	30	0,027272727	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	33,55	4,15	38
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	73,34	8,30	82
Solha 300/500 g S/C	Pequena	0,20	20	0,018181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,78	24,98	3,61	29
	Média	0,25	40	0,036363636	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,78	33,55	6,16	40
	Grande	0,43	60	0,054545455	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,78	73,34	9,24	83
Carapau 20/30	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	24,98	1,11	26
	Média	0,25	14	0,012727273	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	33,55	1,89	35
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	73,34	3,78	77
Salmão Selv. 6/9	Pequena	0,07	11	0,01	0,174	4,3	8,3	0,37	0,097	1,65	24,11	1,84	11
	Média	0,15	24	0,021818182	0,204	2,0	4,5	0,29	0,083	1,65	19,26	3,42	23
	Grande	0,21	35	0,031818182	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,65	26,60	4,99	32
Bacalhau demolido ultracongelado P. Média Aprox. 180G	Pequena	0,2	5	0,004545455	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	24,98	0,92	26
	Média	0,25	10	0,009090909	0,204	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	33,55	1,57	35
	Grande	0,43	20	0,018181818	0,204	1,4	2,3	0,24	0,067	1,82	73,34	3,15	76
Abrótea Inteira	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,56	15,33	1,58	17
	Média	0,18	20	0,018181818	0,204	1,7	3,8	0,27	0,076	1,56	22,83	2,70	26
	Grande	0,4	30	0,027272727	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	65,43	4,05	69
	Grande	0,58	50	0,045454545	0,204	1,9	2,3	0,26	0,072	1,56	128,41	6,74	135

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Pescada congelada a bordo	Pequena	0,14	7	0,006363636	0,174	2,1	4,1	0,28	0,082	1,56	17,10	1,11	18,2
	Média	0,21	14	0,012727273	0,204	1,4	3,2	0,25	0,073	1,56	26,60	1,89	28
	Grande	0,35	21	0,019090909	0,204	1,2	2,3	0,24	0,067	1,56	53,18	2,83	56,0
	Grande	0,5	42	0,038181818	0,204	1,7	2,3	0,25	0,07	1,56	97,49	5,67	103
Tintureira troncos	Pequena	0,18	9	0,008181818	0,174	1,7	3,1	0,27	0,075	1,6	22,72	1,46	24
	Média	0,23	18,41	0,016736364	0,204	1,3	3,0	0,25	0,073	1,6	30,30	2,55	33
	Grande	0,38	40	0,036363636	0,204	1,3	2,3	0,24	0,067	1,6	60,39	5,53	66
FTE Pota (Manto)	Pequena	0,12	10	0,009090909	0,174	2,5	4,8	0,31	0,088	1,6	15,33	1,62	17
	Média	0,24	20	0,018181818	0,204	1,3	2,8	0,25	0,07	1,6	31,63	2,77	34
	Grande	0,48	40	0,036363636	0,174	1,6	2,3	0,25	0,07	1,6	91,26	6,49	98
Filetes de pescada 60/120 sem pele INT	Pequena	0,20	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	24,98	1,11	26
	Média	0,25	14	0,012727273	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	33,55	2,21	36
	Grande	0,43	28	0,025454545	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,56	73,34	4,43	78
Lulas	Pequena	0,20	8,71	0,007918182	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,6	24,98	1,41	26
	Média	0,25	17	0,015454545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,6	33,55	2,76	36
	Grande	0,43	25	0,022727273	0,174	1,4	2,3	0,24	0,067	1,6	73,34	4,06	77
Pescada do cabo	Pequena	0,2	7	0,006363636	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,56	24,98	1,11	26
	Média	0,25	17,11	0,015554545	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,56	33,55	2,71	36
	Grande	0,4	21	0,019090909	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,56	65,43	3,32	69
Arinca 1000/2000	Pequena	0,2	12	0,010909091	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,65	24,98	2,01	27
	Média	0,25	24,11	0,021918182	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,65	33,55	4,03	38
	Grande	0,4	36	0,032727273	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,65	65,43	6,02	71
Bacalhau 2/3 Kg	Pequena	0,2	9	0,008181818	0,174	1,5	2,9	0,255	0,072	1,82	24,98	1,66	27
	Média	0,25	17,81	0,016190909	0,174	1,2	2,7	0,25	0,07	1,82	33,55	3,29	37
	Grande	0,4	27	0,024545455	0,174	1,3	2,3	0,24	0,067	1,82	65,43	4,98	70

Determinação dos tempos de descongelação e da % de água de vidragem do pescado

Espécie	Tamanho da caixa	Espessura total	m (kg)	v (m ³)	Área	B1	B2	P	R	cp	Tempo previsto Planck	Tempo de aquecimento	Soma do tempo de ambos os modelos (h)
Chaputa S/C 500-1000 G	Pequena	0,17	10	0,009090909	0,174	1,8	3,4	0,27	0,077	1,82	21,21	1,85	23
	Média	0,2	20	0,018181818	0,174	1,5	3,4	0,266	0,075	1,82	26,05	3,69	30
	Grande	0,35	20	0,018181818	0,174	1,2	0,4	0,2	0,055	1,6	43,96	3,24	47