



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
Agrária

Caracterização de Lombos de Bacalhau Demolhado Ultracongelado Produzidos com Diferentes Tempos de Cura

Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar

Helena Isabel Veríssimo Viegas

Orientadores

Professor Doutor Paulo Pires Águas

Engenheira Vera Lúcia Henriques Xavier

Outubro de 2013



Caracterização de Lombos de Bacalhau Demolhado Ultracongelado Produzidos com Diferentes Tempos de Cura

Helena Isabel Veríssimo Viegas

Orientadores

Professor Doutor Paulo Pires Águas

Engenheira Vera Lúcia Henriques Xavier

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar, realizada sob a orientação científica do Professor Adjunto da Unidade Técnico-científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável, Doutor Paulo Pires Águas, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Outubro de 2013

Agradecimentos

Ao concluir esta dissertação de Mestrado é de todo imprescindível expressar o meu sincero reconhecimento a todas as instituições e pessoas que, de algum modo, contribuíram para a sua elaboração.

À empresa Comimba e à sua direção por me ter concedido a grande oportunidade de realização deste estágio, assim como, pelos meios disponibilizados para a sua realização.

À Eng.^a Vera Xavier, orientadora externa, por toda a disponibilidade, simpatia, conhecimentos transmitidos e colaboração na realização das tarefas necessárias durante a produção do produto em estudo.

Ao Rodolfo Lourenço, do departamento de produção, agradeço todo o apoio, simpatia e conhecimento partilhado ao longo dos trabalhos realizados na indústria Comimba.

À Escola Superior Agrária de Castelo Branco e à sua direção, pela oportunidade concedida para a realização das análises químicas que integram este trabalho e por me ter facultado todos os materiais e meios necessários para a sua realização.

Ao meu orientador da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Doutor Paulo Pires Águas pela orientação e conhecimentos transmitidos ao longo deste trabalho.

A todos os técnicos da Escola Superior Agrária de Castelo Branco que prestaram um importante contributo no apoio à realização da parte laboratorial deste trabalho.

À professora Catarina Gavinhos, da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, por toda a disponibilidade e ajuda que me concedeu na elaboração do tratamento estatístico deste trabalho.

Ao Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA) e à sua direção pelos meios concedidos para algumas das determinações realizadas neste estudo, bem como aos seus colaboradores por toda a ajuda e conhecimentos transmitidos durante a realização das mesmas.

O maior agradecimento é dirigido à minha família, nomeadamente aos meus pais, que foram a minha grande base e motivação nesta caminhada académica.

Ao meu namorado Leandro Fernandes, pelo amor e apoio que sempre me deu, pela paciência e pela presença, carinho e sorrisos nos bons e maus momentos.

A todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, aqui fica o meu simples mas sincero agradecimento.

Muito obrigada!

Resumo

A falta de legislação relativa ao processo de fabrico de bacalhau demolido ultracongelado permite que as indústrias desenvolvam procedimentos e rotinas próprias, com eventuais modificações no produto final. Diferentes tempos de cura podem ser usados na produção de bacalhau e a comparação das características do produto final podem ajudar a avaliar e a tomar decisões relativamente ao processo aplicado.

O desenvolvimento do presente trabalho realizou-se em duas fases distintas. Uma fase em contexto fabril que decorreu na indústria Comimba – Comércio e indústria de bacalhau, S.A., onde foi realizado o acompanhamento de todas as fases do processo de produção de bacalhau demolido ultracongelado da espécie *Gadus morhua*, produzido com três tempos de cura distintos: 27, 51 e 86 dias de cura em sal, seguido do processo de secagem, demolha, ultracongelamento e vidragem, nas mesmas condições para todos os testes. Ao longo das diferentes etapas de produção, foi realizado um controlo de diferentes parâmetros, nomeadamente de temperatura, humidade e cloro, para garantir a qualidade dos produtos finais. A segunda fase foi realizada em contexto laboratorial, no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) e no Laboratório de Físico-química do Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA) com o objetivo de identificar diferenças do ponto de vista da composição química (proteína total, gordura total, humidade, cinzas e cloretos), da cor (parâmetros L*, a*, b*, C* e h°) e da textura (Teste de Análise de Perfil de Textura e Teste de Corte) dos produtos obtidos anteriormente na indústria.

Os dados resultantes deste trabalho revelaram que o aumento do tempo de cura na produção do bacalhau demolido ultracongelado não influenciou significativamente a composição química nem os parâmetros de cor do bacalhau analisado. Por outro lado, os resultados obtidos da análise da textura quer pelo Teste de Análise de Perfil de Textura quer pelo Teste de Corte mostraram a existência de diferenças significativas entre testes. O aumento do tempo de cura conduziu a uma diminuição de alguns dos parâmetros texturais determinados em ambos os testes, nomeadamente da dureza, mastigabilidade, gomosidade, força máxima e da área de corte.

Palavras chave

Bacalhau demolido ultracongelado; tempos de cura; composição química; cor; textura.

Abstract

The lack of legislation related to the manufacturing process of desalted frozen cod allows industries to develop their own procedures and routines, with possible changes in the final product. Different curing times can be used in the production of cod and the comparison of the characteristics of the final product can help to evaluate and make decisions regarding the applied process.

The development of this work was carried out in two distinct phases. One phase in the factory environment held in the Comimba industry - Commerce and industry of cod, SA, where was monitored the production process in all phases of the production of frozen desalted cod of the species *Gadus morhua*, produced with three different curing times: 27, 51 and 86 days of curing salt, followed by drying process, soaking, deep-freezing and glazing in the same conditions for all tests. Throughout the different stages of production, was performed a control with various parameters, including temperature, humidity and chlorine to ensure the quality of final products. The second phase was conducted in laboratory setting, in the Laboratory of Animal Nutrition and Feeding of the College of Agriculture of Castelo Branco (ESACB), and Laboratory of Physical Chemistry of the Centre for Agro-Food Technological Support (CATAA) to identify differences in terms of the chemical composition (total protein, total fat, moisture, ash and chlorides), color (parameters L *, a *, b *, C * and h°) and texture (Texture Profile Analysis Test and Cutting Test) of the products obtained previously in the industry.

The data resulting from this study showed that increasing the cure time for the production of soaked frozen cod did not affected significantly the chemical composition or color parameters of the cod analyzed. On the other hand, the results of the analysis of the texture at either test Texture Profile Analysis either by cutting test showed significant differences between those tests. The increase in cure time led to a reduction of some of the textural parameters determined in both tests, including hardness, chewiness, gumminess, maximum strength and of the cutting area.

Keywords

Desalted frozen cod; curing times; chemical composition; color; texture.

Índice Geral

1. Introdução.....	1
1.1 História da Pesca do Bacalhau.....	3
1.2 Tipos de Bacalhau e Espécies Afins.....	4
1.2.1 Bacalhau do Atlântico (<i>Gadus morhua</i>).....	4
1.3 Conservação do Bacalhau.....	6
1.4 Etapas do Processamento do Bacalhau Demolhado Ultracongelado.....	7
1.4.1 Salga e Cura.....	7
1.4.2 Secagem.....	9
1.4.3 Demolha.....	11
1.4.4 Congelação/Ultracongelação.....	12
1.4.5 Vidragem.....	13
1.5 Parâmetros Químicos e Físicos.....	15
1.5.1 Composição Química e Nutricional da espécie.....	15
1.5.2 Análise Instrumental da Cor.....	16
1.5.3 Análise Instrumental da Textura.....	18
1.6 Caracterização do Grupo Riberlves.....	23
2. Metodologia.....	26
2.1 Matérias- Primas.....	26
2.2 Processo Produtivo de Lombos de Bacalhau Demolhado Ultracongelado.....	27
2.2.1 Receção, Inspeção e Armazenamento da Matéria-prima.....	28
2.2.2 Descartamento e Descongelação em Tanques.....	29
2.2.3 Escala.....	29
2.3.4 Lavagem e Remoção do Peritoneu.....	30
2.2.5 Salga.....	31
2.2.6 Cura em Tina (Salga húmida).....	31
2.2.7 Cura em Palete (Salga seca).....	32
2.2.8 Secagem.....	33
2.2.8 Seleção.....	34
2.2.9 Corte.....	35
2.2.10 Demolha.....	36
2.2.11 Ultracongelação.....	36
2.2.12 Vidragem.....	37

2.2.13 Embalamento e Acondicionamento em Caixas de Cartão	37
2.2.14 Detecção de Metais	38
2.2.15 Armazenamento do Produto Acabado	38
2.3 Preparação das Amostras de Bacalhau para Análises de pH, a_w , ABVT e de Composição Química.....	39
2.3.1 Determinação do Potencial Hidrogeniónico.....	40
2.3.2 Determinação da Atividade da Água.....	40
2.3.3 Determinação do Azoto Básico Volátil Total	41
2.3.4 Determinação da Humidade.....	42
2.3.5 Determinação da Cinza Total	43
2.3.6 Determinação da Gordura Total	44
2.3.7 Determinação da Proteína Total.....	45
2.3.8 Determinação de Cloretos.....	46
2.4 Preparação das Amostras de Bacalhau para Determinação Instrumental da Cor e da Textura.....	47
2.4.1 Análise Instrumental da Cor.....	47
2.4.2 Análise Instrumental da Textura.....	48
2.5 Análise Estatística	50
3. Resultados e Discussão	51
3.1 pH e a_w	51
3.2. ABVT	52
3.3 Composição Química.....	52
3.4 Avaliação Instrumental da Cor	56
3.5 Avaliação Instrumental da Textura.....	58
3.5.1 Teste de Análise de Perfil de Textura (TPA).....	58
3.5.2 Teste de Corte.....	62
4. Considerações Finais.....	64
5. Referências Bibliográficas.....	66

Índice de Figuras

Figura 1 — Exemplar de bacalhau da espécie <i>Gadus morhua</i> (Fonte: Fisheries, 2013).	5
Figura 2 — No espaço colorimétrico CIELab a coordenada L^* é perpendicular ao plano das coordenadas a^* e b^* (Fonte: Cardiff University, 2012).	17
Figura 3 — Representação gráfica esquemática do texturograma de um teste TPA (Fonte: Sousa e Costa, 2008).	21
Figura 4 — Vendas da empresa Riberalves em valor e volume de 2008 a 2012 (Fonte: Riberalves, 2013).	24
Figura 5 — Representação dos países onde são comercializados os produtos Riberalves (Fonte: Riberalves, 2013).	25
Figura 6 — Representação do mercado português por segmento em 2012 (Fonte: Riberalves, 2013).	25
Figura 7 — Etapas do processo de fabrico de lombos de bacalhau demolido ultracongelado.	27
Figura 8 — Inspeção visual da integridade de cada palete de produto (A); confirmação da composição de cada palete (B).	28
Figura 9 — Operação de descartonamento (A); descongelação do bacalhau em tanques (B).	29
Figura 10 — Colocação do bacalhau no escalador mecânico automático (A); bacalhau escalado à saída do escalador mecânico automático (B).	30
Figura 11 — Operação de lavagem e remoção do peritoneu do bacalhau (A); inspeção parasitológica em caixa de transiluminação (B).	30
Figura 12 — Operação de salga em tinas: colocação de uma camada de peixe com a fase ventral virada para cima (A); colocação da última camada de sal grosso (B).	31
Figura 13 — Formação natural de salmoura a partir da água do próprio pescado (A); acondicionamento das tinas durante o processo de cura em salmoura (B).	32
Figura 14 — Viragem de cada tina para uma paleta com volteador hidráulico (A); paleta de bacalhau em repouso (B).	32
Figura 15 — Repaletização de bacalhau (A); paletes de produto no interior da câmara de maturação (B).	33
Figura 16 — Remoção do excesso de sal aderido à superfície do pescado (A); estiva do bacalhau em tabuleiros (B).	34
Figura 17 — Carro com 21 estrados completos de bacalhau (A); carros completos no interior do túnel de secagem (B).	34
Figura 18 — Formação de uma nova pilha de bacalhau depois de seco (A); separação automática de bacalhau de acordo com o peso (B).	35
Figura 19 — Corte do bacalhau em serras verticais (A); esquema de corte realizado (B).	35

Figura 20 — Carro completo, contendo lombos do mesmo tipo.	36
Figura 21 — Colocação dos carros no tanque de demolha (A); operação de demolha (B).	36
Figura 22 — Colocação dos carros completos de lombos de bacalhau demolhados no interior do túnel de ultracongelação (A); lombos de bacalhau ultracongelados (B).	37
Figura 23 — Operação de vidragem por imersão (A); lombos de bacalhau vidrados (B).	37
Figura 24 — Fecho térmico das embalagens numa seladora automática especializada (A); embalagens já devidamente seladas colocadas no interior de caixas de cartão (B).	38
Figura 25 — Passagem do produto final pelos detetores de metais automáticos.	38
Figura 26 — Produto acabado devidamente embalado.	39
Figura 27 — Corte de amostras de bacalhau congelado em tiras com 2cm de largura (A e B).	39
Figura 28 — Remoção da pele e das espinhas da amostra (A); trituração da amostra (B); armazenamento da polpa em frascos de vidro (C).	40
Figura 29 — Medição do pH em porção de bacalhau utilizando o potenciómetro portátil HI9024 da HANNA Instruments.	40
Figura 30 — Aparelho utilizado para efetuar a determinação do aw (Rotronic Hygroskop DT com sonda WA-14TH).	41
Figura 31 — Titulação com ácido clorídrico para quantificação de ABVT (A); viragem do indicador após a titulação para coloração rosa (B).	42
Figura 32 — Secagem das amostras em estufa (Memmert UL 60) a 100±2°C (A); cápsulas com resíduo seco em arrefecimento no exsiccador (B); pesagem da cápsula com resíduo seco (C).	43
Figura 33 — Incineração das amostras em mufla (Nabertherm L 15 C 6) a 550°C (A); cápsulas com resíduos das cinzas em arrefecimento no exsiccador (B); pesagem da cápsula com cinzas (C).	44
Figura 34 — Aparelho de extração de gordura (Tecator Soxtec System HT, 1043 Extraction Unit) (A); copos com gordura em arrefecimento no exsiccador (B); pesagem de copo com gordura (C).	45
Figura 35 — Aparelho de digestão (Tecator Digestion System 20-1015 Digester) (A); aparelho de destilação e titulação (Tecator 2300 Kjeltex Analyzer Unit) (B).	46
Figura 36 — Viragem da cor das amostras, após adição de permanganato de potássio (A); titulação de uma amostra com solução de tiocianato de potássio para determinação de cloretos (B).	47
Figura 37 — Corte das amostras em cubos (A e B).	47
Figura 38 — Calibração do aparelho através de um padrão específico de cor branca (A); medição da cor com o colorímetro Minolta Chroma Meter, modelo CR-400 (B).	48

Figura 39 — Texturómetro a realizar um teste de Análise de Perfil de Textura em cubos de bacalhau submetidos a diferentes tempos de cura (A e B).....	49
Figura 40 — Texturómetro a realizar um teste de corte em cubos de bacalhau submetidos a diferentes tempos de cura (A e B).	50
Figura 41 — Valores médios do teor de humidade (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado.	54
Figura 42 — Valores médios do teor de proteína (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado.....	55
Figura 43 — Valores médios do teor de gordura (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado.....	55
Figura 44 — Perfil de curva obtido do Teste de Análise de Perfil de Textura aplicado às amostras analisadas.	59
Figura 45 — Gráfico da dureza obtido dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	60
Figura 46 — Gráfico da adesividade obtido dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	61
Figura 47 — Gráfico da coesividade e da elasticidade obtidos dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	61
Figura 48 — Gráfico da mastigabilidade obtido dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	62
Figura 49 — Gráfico da gomosidade obtido dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	62
Figura 50 — Perfil de curva obtido do teste de corte para as amostras analisadas.....	63

Lista de Tabelas

Tabela 1 — Tipos de bacalhau comercializáveis, classificados com base no teor de sal e humidade (Fonte: Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro).....	10
Tabela 2 — Composição média de bacalhau, referida por diferentes autores.	16
Tabela 3 — Composição química do bacalhau <i>Gadus morhua</i> , sob diversas formas de apresentação (Fonte: INSA, 2007).	16
Tabela 4 — Compilação e descrição de diferentes testes de avaliação de textura, adaptados por diversos autores.....	19
Tabela 5 — Compilação e descrição de diferentes testes de avaliação de textura, adaptados por diversos autores (continuação).....	20
Tabela 6 — Descrição resumida dos parâmetros do TPA (Fonte: Gaspar e Sousa, 1998; Alvarenga, 2000; Sousa, 2001; Bourne, 2002; Casas <i>et al.</i> , 2006).	22
Tabela 7 — Descrição resumida dos parâmetros do teste de corte (Fonte: De Albuquerque <i>et al.</i> , 2004; Casas <i>et al.</i> , 2006).....	23
Tabela 8 — Diferentes tempos de cura aplicados às amostras.....	33
Tabela 9 — Valores de pH e de a_w de lombos de bacalhau demolido ultracongelado sujeitos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	51
Tabela 10 — Valores de ABVT (em mg de azoto/100g de tecido muscular) de lombos de bacalhau demolido ultracongelado sujeitos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	52
Tabela 11 — Composição química (%) de lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	53
Tabela 12 — Resultados da medição da cor dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	57
Tabela 13 — Valores dos parâmetros físicos obtidos nos ensaios de textura resultantes do teste TPA realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	59
Tabela 14 — Valores dos parâmetros físicos obtidos nos ensaios de textura resultantes do teste de corte realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.	63

Lista de Abreviaturas e Siglas

- a*- Parâmetro da cor do sistema CIELab
- ABVT- Azoto Básico Volátil Total
- AIB- Associação dos Industriais do Bacalhau
- a_w- Atividade da água
- b*- Parâmetro da cor do sistema CIELab
- C*- Parâmetro da cor do sistema CIELab
- CAE- Classificação Portuguesa de Atividades Económicas
- CATAA- Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar
- CD- Controlo de difusão
- CE- Comunidade Europeia
- CIE- Commission International de l'Eclairage
- CIELab- Sistema Recomendado pela Comissão Internacional de Iluminação
- DGPA- Direção Geral das Pescas e Aquicultura
- DHA- Ácido docosahexaenóico (docosahexaenoic acid)
- EPA- Ácido Eicosapentaenóico (eicosapentaenoic acid)
- ESACB- Escola Superior Agrária de Castelo Branco
- ETG- Especialidade Tradicional Garantida
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations
- h°- Parâmetro da cor do sistema CIELab
- HDL- Lipoproteínas de Alta Densidade (High-density lipoprotein)
- HR- Humidade Relativa
- IFS- International Food Standard
- INE- Instituto Nacional de Estatística
- INSA- Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge
- IPIMAR- Instituto de Investigação das Pescas e do Mar
- IPMA- Instituto Português do Mar e da Atmosfera
- ISO- International Organization for Standardization
- K₂CO₃- Carbonato de potássio
- L*- Parâmetro da cor do sistema CIELab
- N- Azoto
- NP- Norma Portuguesa
- pH- Potencial Hidrogeniónico

SICAE- Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas

TCA- Ácido Tricloroacético

TPA- Análise do Perfil de Textura

UE- União Europeia

vs: *versus*

1. Introdução

A indústria da salga e seca de bacalhau, bem como dos processos de demolha e posterior ultracongelamento, devem respeitar normas específicas, designadamente de evolução dos processos tecnológicos de fabrico, de conservação e de comercialização, bem como a informação a fornecer ao consumidor.

No caso específico da indústria do bacalhau, especificações como a determinação do teor de sal, expresso em cloreto de sódio, do teor de humidade, definição de temperaturas máximas para armazenagem e exposição para venda do bacalhau salgado, verde, semi-seco ou seco, e das espécies afins salgadas, verdes, semi-secas e secas, estão consagradas legalmente no Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro. Contudo, no caso do bacalhau demolhado ultracongelado, a consagração legal atualmente é inexistente. No entanto, alguns dos processos associados, a título de exemplo, determinação do peso líquido escorrido e do teor de água de vidragem, rotulagem e temperatura a que os produtos devem ser mantidos, encontram-se previstas pela legislação geral relativa a estes processos (Decreto-Lei n.º 37/2004, de 26 de Fevereiro).

Em termos de nomenclatura comercial adotada, a terminologia mais comum é “bacalhau demolhado ultracongelado”. Entende-se por bacalhau demolhado ultracongelado o produto que depois de ter sido devidamente salgado, curado e seco foi submetido subsequentemente aos processos de corte e demolha, processo este último, com duas finalidades: eliminar o teor de sal excessivo no interior do bacalhau, mas também reintegrar água nas células secas, permitindo que o bacalhau volte a ganhar peso e volume e, por fim, a um processo adequado de congelação, dito “ultracongelamento”, que permite ultrapassar tão rapidamente quanto necessário a zona de cristalização máxima, fazendo com que a temperatura do produto, em todos os seus pontos e após estabilização térmica, se mantenha sem interrupção a níveis iguais ou inferiores a -18°C e que é comercializado pré-embalado, com menção de que se trata de um ultracongelado.

A falta de legislação permite que as indústrias desenvolvam procedimentos e rotinas próprias, particularmente nos processos conducentes aos produtos comerciais denominados de “bacalhau demolhado ultracongelado”. Embora as espécies utilizadas e a denominação estejam devidamente legislados através do Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro, os procedimentos tecnológicos associados ao processo de demolha e ultracongelamento dependerão de opções técnicas de cada unidade, salvaguardando a legislação transversal à indústria alimentar.

A dieta dos portugueses é caracterizada por um consumo de pescado de cerca de 56 kg/ano/habitante, o que torna Portugal o país com maior consumo *per capita* de pescado da União Europeia, onde o valor médio situa-se próximo dos 22,7 kg/ano/habitante. O valor de consumo, em Portugal, representa um consumo individual de cerca de 160g de pescado por dia, correspondendo a mais de 32% do total da dieta proteica animal diária por habitante (DGPA, 2007^a; Afonso, 2009).

A produção portuguesa de pescado permite satisfazer níveis de consumo *per capita* da ordem dos 23 kg/ano, idêntico à média da Comunidade Europeia, porém, insuficiente face aos elevados níveis de consumo registados, que colocam Portugal em terceiro lugar, em âmbito mundial, depois do Japão e da Islândia (DGPA, 2007^b).

O hábito de consumo dos produtos pesqueiros direciona-se para o peixe congelado, bacalhau salgado seco, bem como pescado em estado “fresco”. O consumo de bacalhau é estimado em 30 kg/ano/habitante, ou seja, aproximadamente metade do consumo total de pescado (Ferraz de Arruda *et al.*, 2011).

Atendendo aos resultados publicados pelo Instituto Nacional de Estatística em Portugal, verificou-se que em 2011 a indústria transformadora de bacalhau apresentou uma produção conjunta de “bacalhau salgado seco” e de “bacalhau demolhado ultracongelado” que totalizaram cerca de 81 mil toneladas, representando um aumento de cerca de 6,1% em relação ao ano anterior. Foram vendidas 58 mil toneladas, isto é, cerca de 72% da produção nacional. O valor das vendas atingiu os 369 milhões de euros, refletindo um aumento de 16%, relativamente aos resultados do ano 2010 (INE, 2012).

A produção de bacalhau seco e salgado em 2011 (50 mil toneladas) registou face a 2010 uma redução de 1,3%. Pelo contrário, o bacalhau congelado mantém-se a tendência de crescimento dos últimos anos, em 2011 produziram-se 31 mil toneladas, refletindo face ao ano anterior um aumento de 21%, devido essencialmente ao aumento das exportações do produto, fundamentalmente para os mercados extracomunitários. Face a estes valores é notória a importância que estes produtos desempenham atualmente na economia do país (INE, 2012).

Assim, face ao elevado consumo de bacalhau pelos portugueses, a atividade deste tipo de indústrias está fortemente dependente da importação de matéria-prima, atendendo à forte diminuição das capturas de bacalhau efetuadas pela frota portuguesa nos mares do Norte (Cunha *et al.*, 2012).

Como consequência e fruto da grande adaptação do sector às necessidades do mercado e às tendências de consumo, Portugal introduziu uma série de conceitos novos na comercialização de bacalhau, que incluem os pré-preparados, com destaque para o bacalhau demolhado ultracongelado, pré-cozinhados e produtos prontos a consumir, destinados a um público consumidor cada vez mais alargado, exigente e que valoriza essencialmente a rapidez e a facilidade de preparação de refeições (Cunha *et al.*, 2012).

Algumas das empresas de transformação de bacalhau tendem a ser as maiores empresas da indústria da alimentação de origem marinha, dado o elevado consumo nacional deste produto e os seus fortes mercados de exportação, nomeadamente o Brasil e Angola. Não obstante, tal como no resto do sector, tratam-se essencialmente de empresas de cariz familiar (Cunha *et al.*, 2012).

As maiores empresas recorrem a processos tecnologicamente avançados no processamento do bacalhau e têm unidades industriais de ponta, tendo investido bastante nas suas unidades de transformação nos últimos anos. Estas empresas caracterizam-se pela grande capacidade de adaptação para poder responder à evolução do mercado e melhorar a capacidade competitiva. No entanto, é necessário conhecer mais detalhadamente o processo de fabrico do bacalhau demolhado ultracongelado, para que se possa otimizar a nível processual, económico e de qualidade do produto final, já que o trabalho que a indústria tem vindo a desenvolver tem-se baseado quase unicamente em conhecimento empírico.

Este mercado é predominantemente dominado por algumas grandes empresas, onde se destaca o grupo Riberlves, com duas instalações em Portugal. É objetivo geral deste trabalho, conhecer os produtos e as tecnologias associadas à produção do bacalhau

demolhado ultracongelado numa das unidades do grupo. No entanto, a não especificação de cada operação, nomeadamente a do processo de cura, permite que existam alternativas processuais com eventuais modificações do produto final. É assim, objetivo específico deste trabalho, identificar diferenças do ponto de vista da composição físico-química, da cor e da textura, para lotes idênticos de bacalhau da espécie *Gadus morhua*, sujeitos a processos de maturação distintos.

1.1 História da Pesca do Bacalhau

Originário das águas frias e límpidas dos mares que circulam o Pólo Norte, o bacalhau é um alimento milenar (Lamosa, 1996).

O bacalhau terá sido descoberto pelos vikings, dado ser um peixe muito abundante nos mares por eles navegados. No entanto, após a sua captura limitavam-se a secá-lo ao ar livre até endurecer, fazendo com que perdesse cerca de 1/5 do seu peso, sem qualquer recurso ao sal (Moutinho, 1985; Lamosa, 1996; Norvegia, 2012).

Porém, a origem da comercialização do bacalhau deu-se pelo povo basco. Foi este povo que começou a promover a sua salga antes da seca, de forma a aumentar a sua durabilidade. Este método revolucionário fomentava uma melhor conservação, mantinha os nutrientes e apurava o paladar. Numa época em que os métodos de conservação eram altamente precários e em que os alimentos se degradavam facilmente, o bacalhau mudou os hábitos alimentares das populações (Moutinho, 1985; Lamosa, 1996; Norvegia, 2012).

Os Portugueses, com uma frente costeira imensa e uma vasta experiência na arte da navegação, seguiram o exemplo dos bascos, tendo iniciado no século XV, na época dos descobrimentos a pesca do bacalhau, pois precisavam de produtos que suportassem as longas travessias marítimas realizadas por eles naquela época. Fizeram tentativas com vários peixes da costa portuguesa, mas foram encontrar o peixe ideal perto do Pólo Norte. O empenho com que abraçaram esta atividade foi de tal ordem que a pesca do bacalhau pelas frotas portuguesas atingiu picos ainda hoje considerados históricos (Lamosa, 1996; ERTCP, 2011).

Todos os anos, no início da Primavera, uma frota de diversos veleiros rumava aos mares da Terra Nova e Gronelândia, onde procuravam carregar os seus porões de bacalhau. Durante a viagem, cada pescador preparava a sua pequena embarcação – o dórís – que iria utilizar para pescar o bacalhau. Depois de alcançado o destino esperado, era altura de colocar os dórís no mar e cada pescador, iniciava a sua faina solitária, dia-a-dia, pescando e transportando para o seu lugre o peixe que carregava, até a sua pequena embarcação estar cheia e até os porões dos navios estarem repletos de peixe (ERTCP, 2011).

Terminada a pesca diária, seguia-se a preparação do bacalhau, que passava por degolar o peixe, abrir a barriga, retirar as vísceras e guelras, separar a cabeça do corpo, escalar e lavar. Por fim, procedia-se à colocação do bacalhau no porão dos navios, onde era espalmado e coberto com sal. Com o aproximar do Outono, os porões estavam quase cheios e era o momento de rumar até ao porto de origem onde o bacalhau sofreria a sua última etapa. Retirado dos porões, o bacalhau era descarregado nas secas onde era lavado e colocado ao sol, em redes próprias que permitiam a ventilação. Esta secagem permitia a desidratação do peixe até que perdesse, pelo menos 54% de água do organismo. Só nessa altura estava pronto para ser colocado nos meios de distribuição e entrar no lar dos consumidores (ERTCP, 2011).

Para a população pobre, que raramente podia comprar peixe fresco, o bacalhau era uma ótima opção porque era barato e tinha alto valor nutritivo.

Outro grande impulsionador para o seu comércio foi a Igreja Católica, o catolicismo impunha dias de jejum (sextas feiras, dias da quaresma e muitos outros dias do calendário cristão) nos quais proibia a ingestão de comidas “quentes” como as carnes onde somente as comidas “frias”, como os peixes, eram permitidas. Desta forma, os dias de jejum acabaram tornando-se em dias de comer bacalhau. Assim sendo, o bacalhau foi de imediato incorporado nos hábitos alimentares dos portugueses, passando a ocupar um lugar de destaque na sua alimentação, sendo ainda hoje um dos pratos ícone da cultura gastronómica do nosso país e, muito provavelmente, o alimento com mais receitas do mundo inteiro (Norge, 2012).

1.2 Tipos de Bacalhau e Espécies Afins

Bacalhau é o nome comum para o Género *Gadus* pertencente à Família *Gadidae*. Existem mais de duzentas espécies descritas, mas em Portugal, de acordo com o Decreto- Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro, para efeitos comerciais, são permitidas unicamente as seguintes denominações de bacalhau salgado seco, correspondentes a três espécies distintas:

Bacalhau ou Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*);
Bacalhau do Pacífico (*Gadus macrocephalus*);
Bacalhau da Gronelândia (*Gadus ogac*).

As demais espécies comercializadas são designadas por espécies afins, sendo apenas 9 as que podem ser comercializadas no nosso país (Decreto- Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro):

Abrótea ou abrótea do alto (*Phycis blennoides*);
Arinca ou alecrim (*Melanogrammus aeglefinus*);
Bacalhau do Ártico (*Eleginus navaga*);
Bacalhau polar (*Boreogadus saida*);
Escamudo (*Pollachius virens*);
Lingue (*Molva molva*);
Paloco ou juliana (*Pollachius pollachius*);
Paloco do Pacífico ou escamudo do Alasca (*Theragra chalcogramma*);
Zarbo ou bolota (*Brosme brosme*).

O bacalhau é um peixe que faz parte da cozinha tradicional portuguesa, e é um dos alimentos mais consumidos e apreciados pelos portugueses. Tal como referido anteriormente, existem diversas espécies de bacalhau comercializáveis, no entanto, a espécie *Gadus morhua* existente no mar frio do Atlântico Norte, é a espécie mais consumida e apreciada em Portugal (Dias, 2008). Desta forma, este trabalho centrou-se apenas no estudo desta espécie, sendo que também para muitos consumidores, apenas esta é considerada como o verdadeiro e genuíno bacalhau (Lauritzsen, 2004).

1.2.1 Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*)

Atualmente o bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) encontra-se na lista de espécies vulneráveis à extinção, sendo protegido por rigorosos sistemas de gestão destinados a limitar a sua exploração excessiva (Warm *et al.*, 2000). A sua captura foi diminuindo gradualmente

entre 1970 e 2000, de cerca de 3 milhões de toneladas/ano para menos de 1 milhão de toneladas/ano. Em 2011, a captura global de *Gadus morhua* foi de cerca de 1 049 666 toneladas. Porém, nos últimos anos a sua produção em aquacultura tem aumentado e, em 2010, a sua produção mundial neste sistema de produção foi de 16.126 toneladas. No futuro, expectativa se, que a maior parte do aumento da produção de pescado deverá vir de aquacultura (FAO, 2010). Todavia mais esforços são necessários para aumentar os *stocks* naturais de bacalhau, melhorando desta forma o estado atual de espécie em perigo de extinção.

A distribuição e captura deste pescado são feitas essencialmente ao longo das regiões costeiras de Newfoundland Labrador (Canadá), Gronelândia, Islândia e ilhas de Lofoten (Noruega). A sua pesca só ocorre durante um curto período de tempo, entre os meses de dezembro a fevereiro (Di Luccia *et al.*, 2005).

O bacalhau é um animal estenotermo, não suporta grandes variações de temperatura, vivendo sobretudo em águas com temperaturas entre os 2° e os 10°C. As alterações das condições ambientais provocam migrações, levando a espécie a procurar águas que lhe sejam propícias (Lamosa, 1996; Dias, 2008).

O corpo do bacalhau é robusto, lateralmente é achatado e o corpo vai afinando em direção à cauda. A cabeça é grande, podendo ter 1/4 do comprimento total do peixe e possui três barbatanas dorsais, duas ventrais e uma na cauda em forma de triângulo (Figura 1) (Manso e Cruz, 1984).



Figura 1 – Exemplar de bacalhau da espécie *Gadus morhua* (Fonte: Fisheries, 2013).

A cor do bacalhau varia de acordo com o seu habitat, podendo apresentar uma coloração verde-azeitona ou acastanhada, possuindo numerosas manchas negras arredondadas no dorso e uma coloração prateada no ventre. Uma das características que distingue o bacalhau da espécie *Gadus morhua* dos outros Gadídeos é a linha mais clara que possui na lateral (Manso e Cruz, 1984; Fernando *et al.*, 1997). Esta espécie é normalmente a maior em comprimento e mais larga, dando origem a postas mais altas (Norge, 2012).

O bacalhau é muito apreciado pelos Portugueses, que se tornaram os seus maiores consumidores mundiais. Incorporado nos seus hábitos de culinária e tradições foi consagrado “o fiel amigo”. É comercializado sob diversas formas, tais como fresco, fumado, seco, sendo a maior expressão comercializada sobre a forma de salgado e seco, e mais recentemente encontra-se também, como demolhado ultracongelado.

1.3 Conservação do Bacalhau

A necessidade de conservação dos alimentos por períodos de tempo cada vez mais longos implicou o aparecimento da indústria e da tecnologia da conservação de alimentos, as quais se têm vindo a desenvolver, ao longo dos tempos, devido a fatores como a exigência dos consumidores por produtos de maior qualidade, o desenvolvimento de novos processos tecnológicos e a globalização dos mercados (Freitas e Figueiredo, 2000).

Os métodos de conservação aplicados devem destruir/inativar os microrganismos, e/ou atividade dos sistemas enzimáticos, permitindo que o alimento permaneça seguro e com características desejáveis por mais tempo. Para minimizar a contaminação dos produtos alimentares com microrganismos, devem aplicar-se normas higiénicas estritas e recorrer-se à utilização de boas práticas de fabrico (Lidon e Silvestre, 2008).

De entre os alimentos proteicos, o peixe é o mais sensível à autólise, oxidação e hidrólise das gorduras e ainda à alteração microbiana. Devido a este facto, os métodos de conservação a aplicar nestes tipos de alimentos devem ser rápidos e mais intensos que os métodos aplicados em carnes. Logo após a sua captura, os peixes devem ser eviscerados e lavados, de modo a impedir a ação das enzimas digestivas e seguidamente refrigerados, transformados ou congelados (Freitas e Figueiredo, 2000; Gonçalves, 2011).

A refrigeração é utilizada durante o transporte e quando apenas se pretende conservar os alimentos marinhos durante curtos períodos de tempo, antes de serem vendidos e consumidos. Quando se pretende conservar este tipo de alimentos durante períodos mais longos, recorre-se frequentemente à sua transformação ou à sua congelação (Freitas e Figueiredo, 2000).

Relativamente ao bacalhau, os métodos de conservação mais utilizados até aos dias de hoje, têm sido a salga e a secagem. Estes métodos além de produzirem um produto alimentar de elevado grau de durabilidade (meses ou mesmo anos sob as condições corretas), conferem também um elevado valor nutricional e características sensoriais específicas ao produto, como a cor, aroma, sabor e textura, muito apreciadas pelos consumidores (Bjørkevoll *et al.*, 2003; Lauritzsen *et al.*, 2004; Martínez-Alvarez *et al.*, 2005; Heredia *et al.*, 2007; André *et al.*, 2005). Contudo, nos últimos anos, estes métodos têm perdido importância para fins de conservação, devido ao uso generalizado pelos países desenvolvidos de tecnologias baseadas em frio, nomeadamente, a refrigeração e a congelação referidas anteriormente, mas também, porque atualmente os consumidores tendem a gastar menos tempo na preparação dos alimentos e preferem alimentos mais convenientes, como os produtos *ready-to-use* (alimentos prontos a usar) e/ou produtos *ready-to-eat* (produtos prontos a comer) (Bjørkevoll *et al.*, 2003; Lorentzen *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2012).

Desta forma, devido à necessidade de demolhar o bacalhau antes do seu consumo e à crescente procura por parte dos consumidores por produtos mais fáceis de utilizar, a indústria como forma de se adaptar às novas exigências dos consumidores, lançou no mercado o bacalhau demolhado ultracongelado (Bjørkevoll *et al.*, 2003). Estes produtos são vendidos como produtos ultracongelados, garantindo uma adequada conservação e uma vida de prateleira relativamente longa (1 ano), garantindo simultaneamente a manutenção das propriedades sensoriais transmitidas pelo bacalhau salgado seco e ainda acrescentando valor ao produto pela rapidez e facilidade de preparação (Fernández- Segovia *et al.*, 2006).

1.4 Etapas do Processamento do Bacalhau Demolhado Ultracongelado

A produção do bacalhau demolhado ultracongelado inclui cinco importantes etapas de processamento antes de chegar às cozinhas dos consumidores, são elas: a salga, a secagem, a demolha, a ultracongelação e a vidragem.

1.4.1 Salga e Cura

A salga é um processo de conservação de alimentos que se conhece desde a antiguidade e baseia-se na desidratação osmótica do peixe fresco (Lauritzsen, 2004).

Assim, neste processo, o sal tem uma dupla ação: desidrata o pescado por diferença de pressão osmótica entre o meio externo e interno, e penetra na carne resultando numa diminuição da atividade de água (a_w) do bacalhau para valores entre 0,70 e 0,75 e numa diminuição do pH do músculo de aproximadamente 7 para 6,5 unidades, contribuindo desta forma, para um aumento da sua estabilidade microbiana, química e bioquímica e contribuindo ainda, para o desenvolvimento de características sensoriais desejáveis de sabor, aroma, cor e textura do bacalhau (Chiralt *et al.*, 2001).

Atualmente existem vários métodos de salga conhecidos e utilizados no processamento do bacalhau, sendo os mais usuais: a salga seca (*dry salting*), a salga húmida (*picke salting*), a salga em salmoura (*brine salting*), a injeção de salmoura (*injection salting*) e a salga em vácuo (*vacuum salting*). Muitas indústrias utilizam ainda uma combinação de algumas destas técnicas (Lauritzsen, 2004; Andrés *et al.*, 2005).

A salga seca é o método original e o mais tradicional utilizado no processamento do bacalhau salgado e é o método mais simples para salgar. Os peixes são empilhados de maneira homogénea, em camadas intercaladas de sal e peixe (30% de sal em relação ao peso da matéria prima), até que toda a superfície do peixe esteja em contacto com o sal (Barat *et al.*, 2003; Andrés *et al.*, 2005). Conforme a água vai sendo gradualmente perdida pelo músculo, vai sendo drenada continuamente (Thórarinsdóttir *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005). Este método apresenta a vantagem de favorecer uma maior desidratação do peixe, sendo adequado para a obtenção de pescado desidratado (seco). No entanto, no caso de o peixe não ser bem manipulado, a penetração do sal não ocorre de maneira uniforme e está sujeito a uma maior oxidação, devido ao maior contacto com o oxigénio. Este tipo de salga é mais utilizada para peixes magros, isto é, com baixo teor de gordura (Lauritzsen, 2004).

O processo de salga húmida é similar ao da salga seca na preparação do material, na quantidade de sal e na acomodação das pilhas formadas. A diferença entre os dois processos reside no facto de na salga húmida a humidade extraída dos tecidos não ser drenada, acumulando-se até que o peixe fique imerso numa salmoura concentrada (22% a 25%), originada pelo próprio fluido exsudado, em recipientes estanques (Lauritzsen *et al.*, 2004). Este processo é usado com frequência para a salga de pescado gordo, mas também para espécies magras, oferecendo um certo grau de proteção contra a oxidação dos lípidos.

A salga em salmoura consiste na imersão do pescado numa solução salina concentrada pré-preparada, com uma concentração aproximada de 18-25% de NaCl. Neste caso a penetração do sal é uniforme e a oxidação dos lípidos é minimizada devido ao facto de existir menos solubilidade do oxigénio na salmoura. É a técnica que oferece maior proteção ao

tecido do contacto com o ar atmosférico. Nesta técnica a reutilização da salmoura deve ser evitada, porque leva a uma seleção da flora microbiana, resultando em uma maior contaminação do produto e conseqüente risco de deterioração (Lauritzsen, 2004).

Mais recentemente surgiu o método de injeção de salmoura, usado para produzir produtos de peixe levemente salgados. O músculo adquire uma concentração homogênea de sal num curto período de tempo comparado com outros métodos. O conteúdo de sal no produto final é bem menor, cerca de 2 a 5%, e os produtos não precisam de ser reidratados antes do consumo como o bacalhau fortemente salgado (Thórarinsdóttir *et al.*, 2002; Lauritzsen, 2004). As injeções são realizadas utilizando uma máquina específica, que é programada antecipadamente com a pressão e o número de injeções a realizar. No entanto esta técnica conduz a um maior risco de contaminação microbiológica e possível dano da estrutura muscular devido à pressão aplicada (Lauritzsen, 2004).

Por fim, surgiu o método da salga em vácuo, que tem proporcionado um resultado de absorção de sal mais rápida e uma menor perda de água do músculo relativamente à comum salga seca (Lauritzsen, 2004).

O processo de salga implica mudanças importantes na composição e estrutura do tecido, e a extensão dessas alterações podem afetar o comportamento durante as operações de secagem e dessalinização, em termos de cinética de transferência de massa e propriedades sensoriais do produto final (Andrés *et al.*, 2005).

De uma forma geral, durante o processo de cura o conteúdo em água e sal são alterados, ou seja, o conteúdo em água é reduzido de aproximadamente 82% para cerca de 54% e o teor em sal aumenta de aproximadamente 1% para cerca de 20% (Lorentzen *et al.*, 2010), contudo, os métodos de salga aplicados diferem em relação ao mecanismo de transferência de massa e aos rendimentos do processo, que são dois aspetos muito importantes do ponto de vista industrial (Andrés *et al.*, 2005; Thórarinsdóttir, 2010).

O sal causa também alterações nas proteínas, podendo provocar a sua desnaturação. Os iões sódio (Na⁺) e cloreto (Cl⁻) atuam como contra iões positivos e negativos, respetivamente, afetando a conformação nativa das proteínas. A penetração do sal em todo o músculo faz com que a matriz miofibrilar aumente de volume, embora fique intacta devido ao sarcolema (membrana plasmática das células do tecido muscular) (Lauritzsen, 2004; Thórarinsdóttir, 2010).

Apesar do baixo teor de gordura presente no bacalhau, os lípidos são sempre afetados durante a salga, uma vez que o bacalhau possui essencialmente ácidos gordos polinsaturados que são muito suscetíveis a oxidação (Lauritzsen, 2004).

O tempo que o pescado é mantido em contacto com o sal ou salmoura é conhecido como tempo de salga, tempo de maturação ou tempo de cura e pode ser rápido ou lento, dependendo da qualidade que se deseja para o produto final. Geralmente processos mais longos originam bacalhaus de melhor qualidade relativamente a bacalhaus com pouco tempo de cura. Quanto mais longo for o período de maturação, maior vai ser o tempo para o desenvolvimento da cor, da textura e para o aumento de compostos químicos voláteis, que vão contribuir para o desenvolvimento do sabor e cheiro típicos do bacalhau salgado seco (AIB, 2010). Usualmente o processo de cura leva cerca de 2 a 8 semanas (Andrés *et al.*, 2005)

As características sensoriais do bacalhau salgado são resultado sobretudo de alterações enzimáticas das proteínas, lípidos, das diferentes interações dos produtos dessas reações

enzimáticas e das características adquiridas. Os lípidos afetam diretamente a textura, enquanto os produtos da sua hidrólise e oxidação contribuem para um *flavor* ao reagir com os compostos nitrogenados (Sikorski *et al.*, 1999; Lauritzsen, 2004).

O tempo de cura necessário para a obtenção de um produto de qualidade será influenciado, em todos os métodos de salga, pelos seguintes fatores: qualidade da matéria-prima, tamanho e espessura do pescado, forma do corte, temperatura do processamento, conteúdo de gordura da matéria-prima; além da pureza, qualidade, composição química, concentração e granulometria do sal utilizado. (Martínez-Alvarez e Gómez-Guillén, 2005).

A pureza do sal utilizado é em grande parte responsável pelas características físicas do produto final, desta forma, a indústria da salga tem selecionado o tipo de sal utilizado. A indústria tem usado tradicionalmente sal marinho que contém cloreto de sódio, sulfato de cálcio, sulfato de magnésio e cloreto de magnésio, e também pode conter cloreto de cálcio e sulfato de sódio. Os sais adicionados podem alterar o resultado do processo de salga de maneira desejável ou indesejável. Assim, o cloreto de sódio torna o produto mais suave e produz peixes ligeiramente mais amarelados, por outro lado, os sais de cálcio até uma concentração de 0,3%, promovem peixe salgado com maior firmeza, enquanto em concentrações mais elevadas o peixe pode tornar-se excessivamente duro e compacto. Os sais de cálcio e magnésio contribuem para inibir processos enzimáticos que contribuem para a deterioração dos produtos e, contribui também, para que a carne do peixe salgado fique mais branca. No entanto, grandes concentrações de ambos os sais podem produzir o endurecimento das paredes celulares, evitando dessa forma a penetração de cloreto de sódio e causar putrefação do peixe. Além disso, as concentrações de sal que contêm mais de 0,15% de magnésio podem originar um produto com sabor amargo (Martínez-Alvarez e Gómez-Guillén, 2005).

O cloreto de potássio já foi apontado como um substituto para uma parte do cloreto de sódio utilizado na salga de diversos produtos, uma vez que a quantidade de sódio consumido na dieta, geralmente excede a dose diária recomendada e pode contribuir para problemas associados com a hipertensão sanguínea, porém este sal, quando em concentrações superiores a 50%, pode transmitir um sabor amargo ao produto (Martínez-Alvarez e Gómez-Guillén, 2005).

Paralelamente, a granulometria do sal é outro fator que influencia as propriedades organolépticas finais do bacalhau. O sal muito refinado leva a que este se dissolva rapidamente nos fluidos presentes no músculo e espaços intermusculares, causando uma rápida saída de água da superfície dos tecidos, e que conseqüentemente leva a uma desnaturação e coagulação proteica muito rápida, evitando que entre mais sal, dando origem a um produto designado pela indústria como “queimado pelo sal” (Lauritzsen, 2004; Martínez-Alvarez e Gómez-Guillén, 2005).

1.4.2 Secagem

A secagem é um processo de fundamental importância utilizado no processo de transformação do bacalhau como um complemento do processo de cura, pois a ação isolada do sal não constitui uma proteção definitiva contra a deterioração do bacalhau. Com este processo pretende-se assim diminuir a massa de água do produto, ocorrendo uma redução do seu peso e volume, contribuindo desta forma, para uma inibição na atividade enzimática,

prolongando assim a conservação do produto (Heredia *et al.*, 2007; Dias, 2008). Contudo, o objetivo da secagem não se restringe apenas a preocupações relacionadas com conservação, visa também continuar a desenvolver alterações sensoriais importantes iniciadas pela salga, que tornam o produto muito apreciado pelos consumidores (Andrés *et al.*, 2005).

O processo de secagem hoje em dia é realizado pelas indústrias de forma artificial, sendo sobretudo realizada em túneis de secagem com aplicação de uma corrente de ar quente e seco, forçada a circular por entre as camadas de peixes dispostos em tabuleiros, com temperatura, humidade relativa e velocidade do ar controladas. Alguns autores recomendam uma temperatura entre os 16 e os 26°C, humidade relativa entre 55 e os 65% e fluxo de ar entre 1 e 2 m/s (Lidon e Silvestre, 2007).

A operação de secagem consiste em dois fenómenos físicos distintos: a evaporação da água da superfície do produto e a passagem da água do centro do produto que se deseja secar, até à sua superfície (Ferreira *et al.*, 2002). O período de secagem dura normalmente três a cinco dias, dependendo do tipo e características de cada lote de peixe, bem como das exigências dos clientes e dos diferentes mercados.

Conforme a legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro), após o processamento industrial, existem quatro tipos de bacalhau e espécies afins comercializáveis, diferenciados pelo teor de cloretos e humidade: o bacalhau salgado verde, o bacalhau salgado semi-seco, o bacalhau salgado seco e o bacalhau salgado seco de cura amarela (Tabela 1).

Tabela 1 – Tipos de bacalhau comercializáveis, classificados com base no teor de sal e humidade (Fonte: Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro).

Bacalhau e espécies afins	Características	Teor de sal	Humidade
Salgado verde	Sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado ou filetado	≥ 16%	> 51% ≤ 58%
Salgado semi-seco	Sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado	≥ 16%	Após lavagem e secagem > 47% ≤ 51%
Salgado seco	Sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado	≥ 16%	Após lavagem e secagem ≤ 47%
Salgado seco de cura amarela	Sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado	≥ 12% <16%	Após lavagem e secagem ≤ 45%

Em 2007, foi introduzido no mercado outro tipo de bacalhau, o bacalhau de cura tradicional portuguesa. Entende-se por “Bacalhau de Cura Tradicional Portuguesa”, o bacalhau bem salgado e seco que, após ter sido submetido a um processo de salga livre, passou por um processo de maturação tradicional e específico, que inclui as fases de lavagem, salga, secagem e maturação/envelhecimento (AIB, 2010).

Este tipo de bacalhau obedece à legislação em vigor, o Decreto-lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro, no entanto, quando comparado com o produto comum no mercado, apresenta as seguintes especificidades: a cor é acentuadamente mais carregada, o sabor e aroma são mais intensos, as lascas são mais evidentes e com maior separação, o teor de sal é superior e o peso mínimo é de 1,5 kg, no fim do processo produtivo (AIB, 2010; Despacho n.º 6006/2011, de 6 de Abril).

O método português de produção do bacalhau salgado seco foi aprovado com a qualificação de “Especialidade Tradicional Garantida” (ETG), permitindo desta forma, que o produto possa exibir o rótulo de “bacalhau de cura tradicional portuguesa”, como prova para o consumidor de ter sido produzido conforme a tradição e o saber-fazer português e dentro dos padrões que lhe conferem as características gastronómicas únicas no mundo (Despacho n.º 6006/2011, de 6 de Abril).

Relativamente à produção de bacalhau demolhado ultracongelado, a etapa de secagem é realizada para garantir que o produto final, mantém as mesmas propriedades sensoriais que o produto vendido como, “bacalhau salgado seco”. Esta etapa é também importante para proporcionar alguma consistência ao produto, para que quando se realize o processo de corte, nas mais diversas peças comercializáveis, este não se deforme e permita um corte mais uniforme e preciso.

1.4.3 Demolha

Para que o bacalhau salgado seco seja consumido é necessário realizar uma operação de demolha, devido à elevada concentração de sal presente no músculo do peixe (Andrés *et al.*, 2005; Barat *et al.*, 2006; Fernández-Segovia *et al.*, 2006, 2007; Muñoz-Guerrero *et al.*, 2010).

Em termos físico-químicos a demolha envolve duas mudanças principais que ocorrem simultaneamente, isto é, a matriz proteica do bacalhau é reidratada resultando na melhoria das qualidades sensoriais do bacalhau, nomeadamente na melhoria da textura (Barat *et al.*, 2004), levando a uma diminuição da firmeza do músculo resultante do processo de salga e secagem (Martínez-Alvarez *et al.*, 2005) e, ao mesmo tempo, o conteúdo de NaCl diminui para concentrações adequadas para consumo humano (Barat *et al.*, 2004; Martínez-Alvarez, 2002). O conteúdo em água aumenta de aproximadamente 50% no bacalhau salgado para 85% no bacalhau demolhado, enquanto, o teor de sal diminui de 20% no bacalhau salgado para 1-3% no bacalhau demolhado (Thórarinsdóttir *et al.*, 2002). Desta forma, o processo da demolha pode ser visto como uma operação de extração sólido-líquido em que os iões sódio e cloro são os solutos e a água é o solvente (Barat *et al.*, 2004; Muñoz-Guerrero *et al.*, 2010).

O processo de demolha é em grande parte tradicional e é um processo demorado e fastidioso, normalmente realizado em casa pelo consumidor final (Barat *et al.*, 2004; Bjørkevoll *et al.*, 2003; Andrés *et al.*, 2005; Muñoz-Guerrero *et al.*, 2010). Na maioria das vezes, o peixe é cortado em pedaços e, em seguida, o produto é colocado em água da torneira, com várias mudanças, durante 24 a 48 horas, dependendo do tamanho e da espessura das postas de peixe, sendo esta operação realizada à temperatura ambiente ou sob refrigeração (Barat *et al.*, 2004; Bjørkevoll *et al.*, 2003; Muñoz-Guerrero *et al.*, 2010), sendo esta última a mais correta. Contudo, a dessalga doméstica tem alguns inconvenientes como: a necessidade de planeamento da operação, o tempo gasto para dessalgar o peixe, a remoção incompleta de sal em algumas peças de produto com maior espessura e, por fim, a possibilidade de

contaminação microbiológica (Arantes de Carvalho, 2012). Deste modo, a fim de se adaptar a indústria do bacalhau às exigências do mercado, foi necessário passar a incluir o processo de demolha entre as operações industriais.

A otimização do processo de demolha a nível industrial envolve a análise de diversas variáveis de processo, tais como, a temperatura do processo, o nível de agitação da água, a qualidade da matéria-prima, o tamanho da amostra, a zona do músculo de peixe, o número de ossos, a espessura das peças, o tempo de contato com a água, os aditivos utilizados na água, a gestão da água e o método utilizado na salga do bacalhau. Todas estas variáveis podem afetar a operação da demolha e, conseqüentemente, a qualidade do produto final, devendo ser devidamente controladas (Andrés *et al.*, 2005).

É importante salientar que, após a dessalga do bacalhau, a vida de prateleira do produto é limitada devido ao rápido crescimento dos demais microrganismos, pois a atividade de água deixou de ser limitante, devido ao elevado conteúdo de água e à baixa concentração de sal no produto, o que causa mudanças sensoriais indesejáveis na aparência geral, no odor e na textura, motivo pelo qual o alimento deverá ser rapidamente consumido ou processado (Bjørkevoll *et al.*, 2003; Lorentzen *et al.*, 2010). Como forma de preservar este tipo de produto, ele é normalmente congelado após a dessalga.

1.4.4 Congelação/Ultracongelação

A congelação é o método mais comum para a preservação a longo prazo de alimentos. Consiste em baixar a temperatura do pescado até que a maior parte da água de constituição, nunca a totalidade que o constitui, passe ao estado sólido, cristalizando. Assim, a água, embora esteja presente, não se encontra disponível para as reações químicas e biológicas; a atividade da água é baixa; as enzimas ficam praticamente bloqueadas e os microrganismos não podem desenvolver-se. É um dos métodos que mais prolongam o tempo de conservação dos produtos, e é simultaneamente um método que conserva, de forma notável, as propriedades originais do produto (Vaz-Pires, 2006).

O ponto de congelação depende da concentração de diferentes solutos nos fluidos dos tecidos. No bacalhau está entre -0,8 e 1°C (Sikorski, 1994).

Segundo Lidon e Silvestre (2008), o processo de congelação dos alimentos decorre em três fases: Na primeira fase a temperatura diminui rapidamente até ao ponto de congelação (até -1°C), na segunda fase, correspondente à fase de cristalização que deve ser curta, ocorre a congelação, entre -1 e -5°C, da maior parte da água de constituição do alimento e, por último, na terceira fase a temperatura deve ser reduzida até à temperatura de armazenamento final, normalmente - 18°C.

Existem dois tipos de congelação: a congelação lenta e a congelação rápida (Jay *et al.*, 2005; Craveiro, 2009).

Se a congelação se fizer lentamente, a água que as células contêm vão formar cristais de grandes dimensões que provocam rutura da membrana celular. Na zona intercelular, formam-se cristais de gelo de grande dimensão que provocam inchaço e separação física das fibras, fazendo pressão sobre as células, empurrando-as e dando origem a ranhuras ou sulcos alternados nas fibras. Devido à rutura qua as células sofrem todo o equilíbrio da célula fica em causa e a água em solução no interior das células migra para o seu exterior, contribuindo

para o aumento da dimensão dos cristais que se formam entre as células. Durante a passagem pela membrana celular, contribuem para a sua destruição, pois parte da água já se encontra no estado sólido (Jay *et al.*, 2005; Craveiro, 2009).

Se a congelação se fizer rapidamente, os cristais formados são de pequena dimensão, não provocando a rutura da membrana celular e formam-se fundamentalmente no interior das células. Estes cristais intracelulares no processo de descongelação são facilmente reabsorvidos pela estrutura celular, mantendo intacta toda a qualidade do pescado e dos seus componentes, fundamentais para a alimentação humana. Devido á rapidez do processo, a água no interior e exterior das células congela à mesma velocidade, formando cristais pequenos que não afetam a estrutura celular (Jay *et al.*, 2005; Craveiro, 2009).

Enquanto o produto for mantido congelado, não é possível distinguir diferenças na qualidade, mas depois de descongelado, as diferenças tornam-se evidentes: pescado congelado lentamente perde muita água e fluidos celulares, devido tanto às perfurações celulares, como a perda da capacidade de retenção de água das proteínas. Desta forma, perdem valor nutritivo e características organoléticas importantes como o aspeto, o sabor, e a textura. Estes acontecimentos indesejáveis praticamente não acontecem em pescado congelado rapidamente (Vaz-Pires, 2006).

Tendo em conta a velocidade do processo de congelação, a legislação permite definir ultracongelação como um processo adequado de congelação, que permite ultrapassar tão rapidamente quanto necessário a zona de cristalização máxima, fazendo com que a temperatura do produto, em todos os seus pontos e após estabilização térmica, se mantenha sem interrupção a níveis iguais ou inferiores a -18°C (Decreto-Lei n.º 37/2004, de 26 de Fevereiro). Neste processo existe assim, uma congelação muito rápida, onde inicialmente o produto é submetido a temperaturas muito baixas, entre -40°C e -50°C , durante um período reduzido de tempo, normalmente 30 minutos. Posteriormente a temperatura é estabilizada em torno dos -18°C , sendo esta a temperatura a que os alimentos deverão ser mantidos durante o seu armazenamento (Pinto e Neves, 2010).

Para que tal processo ocorra, são necessários equipamentos próprios para congelar os alimentos rapidamente, desta forma, estes aparelhos devem ter potência frigorífica suficiente para que a transferência de calor do alimento para o meio recetor se faça num período de tempo rápido, de acordo com o tipo e as dimensões do alimento (Dias, 2007).

A velocidade de congelação dos produtos alimentares depende de vários fatores como: a temperatura de congelação que é aplicada, a velocidade de circulação do ar e a sua eficácia, tamanho e forma da embalagem, bem como do tipo de produto alimentar em questão (Freitas e Figueiredo, 2000; Lidon e Silvestre, 2008).

O processo de ultracongelação pode ser realizado por contacto em congeladores de placas, ao ar em túneis de congelação e por imersão em gases liquefeitos (Pinto e Neves, 2010).

1.4.5 Vidragem

Na preparação do pescado pode recorrer-se ainda à vidragem. Esta pode ser realizada manual ou mecanicamente. A vidragem consiste na aplicação, por pulverização ou imersão com água potável ou com uma solução de aditivos apropriados, de uma camada de gelo à

superfície do produto congelado. Esta película de água formada à superfície do produto (o vidrado), visa proteger os peixes de danos físicos, minimizar os efeitos da desidratação, oxidação, ou outras alterações durante o armazenamento em congelado (Vaz-Pires, 2006; Lidon e Silvestre, 2007). Na vidragem manual, os produtos são colocados em cestos de plástico ou de aço inoxidável e, subsequentemente, mergulhados rapidamente num tanque com água potável, a uma temperatura de 2 a 4°C. Na vidragem mecânica, é um tapete rolante que encaminha o produto para um tanque com água refrigerada onde são mergulhados em andamento, e de seguida elevados automaticamente para outro tapete que os transporta para um túnel de congelação, onde a camada de gelo superficial congela. Pode também ser realizada por pulverização, e nesses casos, o pescado colocado sobre um tapete rolante, passa por uma zona onde é pulverizado com água fria, ficando coberto por uma camada de gelo fina e uniforme (Lidon e Silvestre, 2007).

Na vidragem, a espessura da camada deve ser uniforme. Como a camada de gelo se pode partir, algumas indústrias juntam alguns aditivos, nomeadamente amido, sacarose, alginato de sódio (E401), e carboximetilcelulose (E466), para lhe incrementar resistência. Para minimizar as taxas de oxidação durante a descongelação, podem também adicionar-se alguns aditivos como ácido ascórbico (E300) ou cítrico (E330) e também para atenuar a desidratação usam-se polifosfatos de sódio (E452) (Lidon e Silvestre, 2007). Além das vantagens apresentadas anteriormente, podem ainda ser referidas outras: conferem uma eficaz proteção criogénica, diminuem aderências provocadas pelo frio e aumentam o brilho dos produtos finais (Budenheim, 2010).

Para que o consumidor não pague água ao preço de pescado, a legislação (Decreto-Lei n.º 37/2004, de 26 de Fevereiro) estabelece para os produtos vidrados um “peso líquido” (peso do produto onde está incluído a água de vidragem) e um “peso líquido escorrido” (peso do produto com dedução da água de vidragem), sendo este último que deve ser faturado ao consumidor. Para se determinar o valor de cada um dos itens, pesa-se o produto vidrado à saída do congelador (P1). Elimina-se a vidragem do produto passando-o por água sem o descongelar, eliminando apenas a camada de gelo da vidragem, deixa-se escorrer e determina-se novamente o peso (P2). A percentagem de vidragem é calculada por:

$$\% \text{ Vidragem} = 100 \times \frac{(P1 - P2)}{P1}$$

1.5 Parâmetros Químicos e Físicos

1.5.1 Composição Química e Nutricional da espécie

Os produtos da pesca são alimentos fundamentais numa dieta equilibrada, apresentam um elevado valor nutricional e fornecem compostos essenciais ao crescimento e desenvolvimento do organismo humano (Chaveiro, 2012). Estes produtos são uma fonte de proteínas de elevado valor biológico pois apresentam na sua constituição todos os aminoácidos essenciais (Huss, 1995; Bandarra *et al.*, 2004; Vaz-Pires, 2006). Apresentam baixos teores de colesterol e ácidos gordos saturados e são ainda pouco calóricos (Nunes *et al.*, 2003). A gordura destes produtos é constituída, na sua grande maioria, por triacilglicéridos, que por sua vez, são compostos por uma grande diversidade de ácidos gordos, sendo uma importante fração destes, polinsaturados, pertencentes à série ómega 3, destacando-se os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), cuja ingestão tem sido associada, a efeitos positivos para a saúde, tais como, redução dos níveis de triacilgliceróis no sangue, abaixamento da tensão arterial e diminuição do crescimento da placa aterosclerótica (Nunes *et al.*, 2003; Nunes *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2011).

De uma forma geral, os principais componentes químicos da carne de pescado são a água, as proteínas e os lípidos, que em conjunto formam 98% do peso total da carne. Estes compostos tem máxima importância sobre o valor nutricional, qualidade organolética, propriedades texturais e capacidade de armazenamento da carne. Os restantes constituintes, nomeadamente, as vitaminas, sais minerais e hidratos de carbono, embora apresentem uma percentagem minoritária, cerca de 2% do peso total da carne de peixe, também desempenham um papel significativo nos processos bioquímicos que têm lugar no *post mortem* e participam também, nas características sensoriais, valor nutritivo e segurança dos produtos da pesca (Sikorski, 1994; Nunes *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2011).

É importante salientar, que a composição e o valor nutricional dos produtos da pesca podem variar amplamente, de espécie para espécie e, até mesmo, entre indivíduos da mesma espécie, de acordo com a idade, sexo, grau de maturação sexual, quantidade e tipo de alimento disponível, época de captura, temperatura da água, o pH e a salinidade da mesma, e varia ainda, com a zona geográfica onde se encontrava e com o comportamento migratório (Huss, 1995; Bandarra *et al.*, 2001; Lauritzsen, 2004; Nunes *et al.*, 2008).

Especificamente em relação ao bacalhau, nutricionalmente é um alimento de excelente qualidade, tendo em conta que a percentagem comestível do peixe fresco é de cerca de 75% do seu peso total, e que destes 75% de carne, cerca de 18% corresponde à fração proteica e apenas 0,5% corresponde ao teor de gordura em termos médios (INSA, 2007).

Diferentes autores referem resultados ligeiramente diferentes relativamente à composição química e nutricional do bacalhau como se pode observar pela Tabela 2.

Tabela 2 – Composição média de bacalhau, referida por diferentes autores.

Humidade (%)	Proteínas (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Referências
76,2	19,0	0,4	3,4	Bandarra <i>et al.</i> (2004)
78-83	15-19	0,1-0,9	-	Vaz-Pires (2006)
82	17	0,64	1,2	Belitz <i>et al.</i> (2009)
73,8	22,4	0,71	2,81	Gonçalves (2011)

A composição química média do produto estudado varia ainda, de acordo com diferentes formas de apresentação (bacalhau fresco cru ou cozido e bacalhau salgado seco demolido cru ou cozido), tal como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Composição química do bacalhau *Gadus morhua*, sob diversas formas de apresentação (Fonte: INSA, 2007).

Bacalhau	Humidade (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Cinza (%)
Fresco cru	80	17,8	0,5	1,40
Fresco cozido	78,1	19,1	0,8	2,20
Salgado seco demolido cru	76,2	19,0	0,4	3,40
Salgado seco demolido cozido	70,0	26,2	0,1	3,20

O bacalhau tal como os restantes peixes é de fácil digestão, apresentando uma elevada riqueza em proteínas de alto valor biológico, de minerais como o iodo, sódio, potássio, fósforo, cálcio, ferro e de vitaminas do complexo B. É considerado um peixe magro, sendo o fígado deste peixe o principal reservatório de gordura, de onde se extrai o óleo de fígado de bacalhau, importante fonte de vitamina A e D (Huss, 1995; INSA,2007). O bacalhau é também uma fonte de ácidos gordos polinsaturados, de onde se destaca o ácido gordo ómega 3, como o ácido eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), que existem nas quantidades aproximadas de 0,08g e 0,15g em 100 g de músculo de peixe, respetivamente (Fidalgo, 2011).

Os ácidos gordos polinsaturados têm propriedades que conferem um efeito preventivo sobre o cancro, efeito protetor sobre doenças cardiovasculares, inflamações, redução dos triglicéridos, elevação do colesterol HDL, diminuição da pressão arterial e favorece o desenvolvimento do sistema imunológico (Lauritzsen, 2004; Sierra *et al.*, 2008; Belitz *et al.*, 2009).

1.5.2 Análise Instrumental da Cor

A cor é o primeiro atributo de qualidade dos alimentos avaliada pelos consumidores, e é, portanto, um importante componente de qualidade alimentar relevante para a aceitação de

um produto no mercado, sendo muitas vezes o único parâmetro considerado pelo consumidor no momento da compra (Hallier *et al.*, 2007).

Existem atualmente, vários procedimentos instrumentais que permitem avaliar a cor dos alimentos. O mais utilizado é o colorímetro com o sistema de cor CIELab, que já demonstrou resultados correlacionáveis com a análise sensorial. Este instrumento, em ambiente de iluminação especificado, proporciona uma medida quantitativa, simulando a maneira como o olho humano médio vê a cor de um objeto (McCaig, 2002). A sua medida é rápida e simples e a calibração do aparelho é alcançada usando placas de padrão no início da operação (Oliveira e Balaban, 2006).

A quantificação da cor é obtida através de um referencial tridimensional de coordenadas cartesianas retangulares, L^* , a^* e b^* do sistema CIELab, sistema recomendado pela *Comission International L'Eclairage* (CIE). O parâmetro L^* mede a luminosidade, varia entre 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total, o parâmetro a^* mede a variação da cor na gama que vai do verde (valores negativos de a^*) ao vermelho (valores positivos de a^*) e o parâmetro b^* mede a variação da cor na gama que vai do azul (valores negativos de b^*) ao amarelo (valores positivos de b^*) (Figura 2). Estas coordenadas podem ainda ser combinadas de forma a se obterem outros parâmetros importantes para a avaliação da cor, como o Croma (C^*), que corresponde à saturação/intensidade da cor e o *hue* (h°), que corresponde à componente do tom da cor (Minolta, 2007; Cardoso *et al.*, 2008; Hunterlab, 2008).

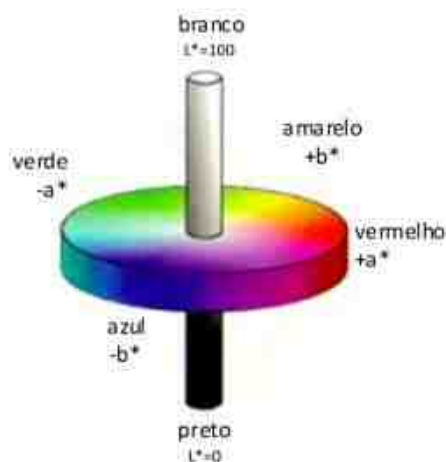


Figura 2 – No espaço colorimétrico CIELab a coordenada L^* é perpendicular ao plano das coordenadas a^* e b^* (Fonte: Cardiff University, 2012).

Em geral, as várias espécies de pescado apresentam coloração própria do músculo, líquido corporal, vísceras e pele. A diversificação de cor apresentada pelas diferentes espécies de peixes deve-se à presença de vários pigmentos, tais como mioglobina, hemoglobina, bilinas, hemocianina, carotenoides, melaninas, entre outros (Ribeiro *et al.*, 2007).

O bacalhau fresco é um peixe que apresenta músculos de coloração branca (Andrés *et al.*, 2005). No entanto, após ser submetido ao processo de cura e salga, adquire uma coloração característica amarelada, resultante destes processos. A coloração desenvolvida no produto depende de vários fatores como: quantidade de impurezas do sal, tipo de salga, tempo de cura e condições de secagem aplicadas, mas também, da espécie de bacalhau utilizada. Desta forma, encontra-se no mercado português bacalhaus com diferenças relativas à cor apresentada, desde bacalhau que apresenta uma coloração a tender mais para o branco, até

bacalhau que apresenta uma coloração entre o amarelo pálido e o amarelo palha (Ribeiro *et al.*, 2007; AIB, 2010). Ainda assim, os consumidores portugueses valorizam sobretudo o bacalhau de cura amarela e o bacalhau de cura tradicional portuguesa, que são produtos caracterizados por apresentarem uma coloração acentuadamente mais carregada (mais amarelada), relativamente aos demais produtos produzidos pela indústria.

No ato da compra, a cor do bacalhau é também um item importante em relação à qualidade do produto, devendo os consumidores estar atentos e certificar-se que o bacalhau está seco e que não possui nenhuma parte visivelmente húmida e descolorida. Os consumidores não devem comprar bacalhau que apresente manchas vermelhas, pó fino cinzento, branco ou amarelo, pois é sinal de armazenagem incorreta e de presença de microrganismos (Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro).

1.5.3 Análise Instrumental da Textura

A textura é uma propriedade extremamente complexa, constituída por diferentes parâmetros interrelacionados entre si. Nos alimentos, os atributos de textura desempenham um papel relevante nas decisões de compra e consumo, sendo um dos atributos dominantes na preferência dos consumidores (Gunasekaran e AK, 2000).

O termo textura é de difícil definição, no entanto pode ser definido segundo a Norma ISO (1992) como sendo: “o conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto, detetáveis pelos recetores mecânicos e tácteis e, eventualmente pelos recetores visuais e auditivos” (Cit. por Alvarenga, 2000).

Existem vários tipos de instrumentos empíricos com capacidade para medir parâmetros de textura dos materiais, como é o caso do texturómetro, que é um equipamento constituído essencialmente por um braço comandado por computador que se move na vertical, com uma dada velocidade, com um determinado tipo de sonda e a uma determinada distância. O seu principal objetivo é o contacto da sonda com a amostra a analisar, aplicando uma determinada força, provocando deste modo, uma deformação nessa mesma amostra. Daí obtêm-se curvas força *versus* tempo ou força *versus* distância, em que se regista a resposta do material a uma determinada solicitação (compressão, perfuração ou corte), permitindo retirar medições de parâmetros relacionados diretamente com a sua textura. Podem ser realizados vários tipos de testes como: Análise de perfil de textura (TPA), compressão, penetração, corte, relaxação da tensão, entre outros (Gaspar e Sousa, 1998; Sousa, 2001).

Os testes realizados neste equipamento dependem das condições experimentais, uma vez que se tratam de testes empíricos. Desta forma, para que os resultados destes estudos possam ser analisados comparativamente, é necessário que os fatores de variação sejam minimizados, pois os resultados apenas são comparáveis em condições exatamente iguais. O tamanho e o formato da amostra, a orientação das fibras musculares, as condições do tratamento térmico que precede a análise (nos casos em que se aplica), a temperatura das amostras no momento da análise e por vezes a velocidade de desidratação da amostra são alguns dos parâmetros que devem ser padronizados. Além disso, os fatores relativos ao equipamento também devem ser padronizados, nomeadamente o tipo de sonda utilizada, a velocidade da mesma, a distância da amostra e a geometria (forma e tamanho) (Gaspar e Sousa, 1998; Pinto *et al.*, 2010).

Não há um consenso sobre quais os estados da carne (crus ou cozidos), em que a análise é melhor, sendo o primeiro mais rápido e mais barato, e o último com amostras semelhantes às consumidas pelas pessoas (Ruiz de Huidobro, 2005).

Na Tabela 4 e 5 estão representados exemplos de diferentes testes de avaliação de textura aplicados em diversas espécies de peixes e realizados com diferentes condições de avaliação.

Tabela 4 – Compilação e descrição de diferentes testes de avaliação de textura, adaptados por diversos autores.

Peixe	Tipo de Teste	Condições de avaliação	Referência bibliográfica
Bacalhau	Corte	Utilizou-se um texturómetro modelo TX2 com uma célula de carga de 250W, equipado com uma lâmina Warner-Bratzler que operou a uma velocidade 100 mm/min; utilizou-se a amostra cortada em pedaços de 20×20×15mm.	Barat <i>et al.</i> (2003)
Bacalhau do Atlântico (<i>Gadus morhua</i>) e Salmão do Atlântico (<i>Salmo salar</i>)	TPA	Utilizou-se um texturómetro modelo TA.XT2 equipado com uma sonda cilíndrica achatada com 12mm de diâmetro; as compressões foram de 60% da altura da amostra e realizadas com uma velocidade de 1mm/s com pausa de 5 s entre cada compressão; utilizou-se a amostra cortada em filés.	Gallart-Jornet <i>et al.</i> (2007)
Bacalhau do Atlântico (<i>Gadus morhua</i>)	Compressão Corte	Utilizou-se o equipamento Instron Universal Testing Machine 4301: equipado com uma célula Kramer; utilizou-se a amostra cortada em pedaços de 6,5×2×1 cm; equipado com uma lâmina Warner-Bratzler; utilizou-se a amostra cortada em 5×3×1 cm.	Montiel <i>et al.</i> (2012)
Bacalhau do Atlântico (<i>Gadus morhua</i>)	Compressão	Utilizou-se um texturómetro modelo TA.XT2 plus com uma célula de carga de 50kg, equipado com uma sonda cilíndrica de 25mm de diâmetro que operou a uma velocidade de 1mm/s; comprimiu-se a amostra a 80 e 60% da sua altura inicial.	Rotabakk <i>et al.</i> (2011)
Bacalhau do Atlântico (<i>Gadus morhua</i>)	Corte	Utilizou-se um analisador de textura Sistemas KGS com uma célula de carga de 100kg equipado com uma célula de Kramer que operou a uma velocidade de 0,94mm/s; utilizou-se a amostra cortada em 6×20 cm.	Lauritzen <i>et al.</i> (2004)

Tabela 5 – Compilação e descrição de diferentes testes de avaliação de textura, adaptados por diversos autores (continuação).

Peixe	Tipo de Teste	Condições de avaliação	Referência bibliográfica
Rohu (<i>Labeo rohita</i>)	Penetração	Utilizou-se um texturómetro modelo TA-HDi equipado com uma sonda cilíndrica achatada com 5mm de diâmetro movida a uma distância de 35mm e com uma velocidade de 1mm/s; utilizou-se o peixe inteiro	Jain <i>et al.</i> (2007)
Bacalhau e Arinca	Compressão	Utilizou-se um texturómetro modelo TAX-T2 equipado com uma sonda cilíndrica com 35mm de diâmetro movida a uma distância de 10mm; utilizou-se a amostra cortada em pedaços de 2×2,5×1,5 cm.	Badii e Howell (2002)
Salmão (<i>Salmo salar</i>)	TPA	Utilizou-se uma máquina universal de ensaios Instron modelo 4411 com uma célula de carga de 100N, equipado com uma sonda cilíndrica com 50mm de diâmetro a operar com uma velocidade de 100ml/min; comprimiu-se a amostra a 60% da sua altura inicial: utilizou-se a amostra cortada em pedaços de 2×2×1,5 cm.	Wu <i>et al.</i> (2013)
Truta Arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Corte	Utilizou-se um texturómetro modelo TA-HDi com uma célula de carga de 5kg equipado com uma lâmina Alo-Kramer a operar a uma velocidade 127mm/min; utilizou-se a amostra cortada em 40×80mm.	Aussanasu wannaku <i>et al.</i> (2011)
Salmão do Atlântico (<i>Salmo salar</i>)	TPA	Utilizou-se um Texturómetro TA XT2 com uma célula de carga de 25kg equipado com uma sonda cilíndrica com 20mm de diâmetro a operar a uma velocidade 2mm/s; comprimiu-se as amostras a 30% da sua altura com uma pausa de 5 s entre cada compressão; utilizou-se a amostra cortada em 3×3×1,5.	Casas <i>et al.</i> (2006)

1.5.3.1 Teste de Análise de perfil de textura (TPA)

O teste de perfil de textura (TPA) é um teste imitativo, caracterizado por duas compressões ou penetrações pela sonda na amostra com uma pausa entre elas para recuperação do material, simulando a ação de duas dentadas (incisivos ou molares) nos alimentos sendo, também, designado como o teste das duas dentadas (“*two bite test*”). Este teste tem bastante interesse, quando se pretende avaliar diferenças de textura sem recorrer à análise sensorial e a um painel de provadores, na medida em que os parâmetros de textura obtidos estão bem correlacionados com a avaliação sensorial dos produtos analisados (Sousa, 1995; Sousa, 2001; Bourne, 2002).

Este teste é amplamente utilizado para a avaliação da textura em outros alimentos, e apesar de raramente ser utilizado em carne, tem sido usado com sucesso para a avaliação da textura no músculo de peixe (Veland e Torrissen, 1999). A principal vantagem do TPA é que se pode avaliar vários parâmetros com um ciclo de dupla compressão.

O traçado obtido com este teste é do tipo do que está representado na Figura 3.

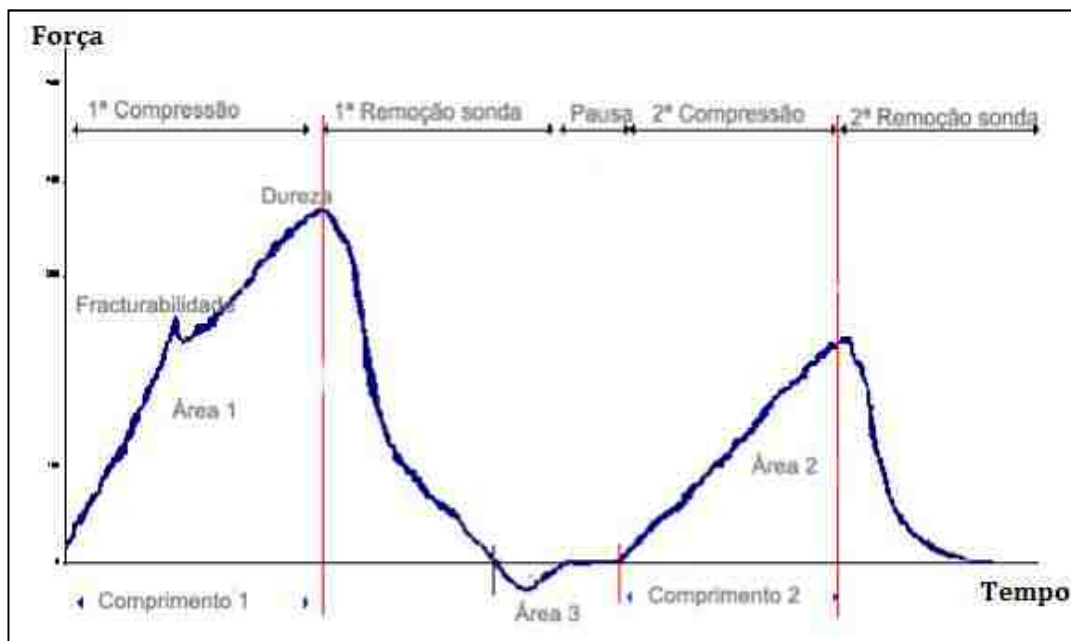


Figura 3 – Representação gráfica esquemática do texturograma de um teste TPA (Fonte: Sousa e Costa, 2008).

A partir da curva de força vs tempo resultante e consoante o material a analisar é possível obter cinco parâmetros de textura: dureza, fraturabilidade, adesividade, elasticidade e coesividade e calcular dois parâmetros secundários a partir dos anteriores: a gomosidade e a mastigabilidade (Tabela 6).

Tabela 6 – Descrição resumida dos parâmetros do TPA (Fonte: Gaspar e Sousa, 1998; Alvarenga, 2000; Sousa, 2001; Bourne, 2002; Casas *et al.*, 2006).

Propriedades Texturais	Definição
Dureza	Força máxima necessária para comprimir a amostra. Corresponde ao pico no primeiro ciclo de compressão. É expressa em unidades de força (N).
Adesividade	Representa o trabalho necessário para remover a sonda da amostra. Este parâmetro é dado pela área negativa do texturograma (A3). Este parâmetro tem unidades de trabalho ou energia (N. s).
Elasticidade	Capacidade de uma amostra, após deformação, recuperar a sua condição inicial, quando removida a força aplicada. É obtida pelo quociente do comprimento 1 pelo comprimento 2. É um parâmetro adimensional.
Coesividade	Extensão a que o material pode ser deformado antes da rutura. Obtém-se dividindo o trabalho realizado no segundo ciclo (área A2) pelo trabalho realizado no primeiro ciclo (área A1). É um parâmetro adimensional.
Fraturabilidade	Força à qual se verifica a fratura da amostra e corresponde à força do primeiro pico significativo do primeiro ciclo de penetração quando existe mais que um pico.
Gomosidade	Energia requerida para mastigar um semi-sólido. Obtém-se a partir do produto da dureza pela coesividade. É expressa em unidades (N. s).
Mastigabilidade	Energia requerida para mastigar o alimento. É obtida a partir do produto da gomosidade pela elasticidade. É expressa em unidades de força (N).

1.5.3.2 Teste de Corte

Neste tipo de teste o texturómetro mede a força necessária para atingir uma determinada profundidade no alimento. Quanto maior for a força, ou quanto menos profunda for a penetração, mais resistente é o material. Enquanto não há rotura do material, a sonda não penetra, o material vai-se deformando sob ação da força exercida pela sonda. Quando o material é penetrado, dá-se a rotura das fibras musculares. Assim, neste tipo de teste, há dois tipos de tensão quando uma sonda perfura um material: uma tensão de corte no perímetro da sonda e uma tensão de compressão sob a área da base da sonda (Sousa, 1995; Sousa, 2001).

É um teste simples que mede a força requerida para cortar a amostra, com uma determinada velocidade e a uma dada distância. Os parâmetros mais importante a retirar deste teste são a força máxima registada ao longo do tempo, assim como, a área de corte (Tabela 7).

Tabela 7 – Descrição resumida dos parâmetros do teste de corte (Fonte: De Albuquerque *et al.*, 2004; Casas *et al.*, 2006).

Parâmetros	Definição
Força máxima	Força máxima requerida para cortar as fibras musculares das amostras de pescado. É expressa em unidades de força (N).
Área	Representa o trabalho necessário para cortar a amostra. Este parâmetro tem unidades de trabalho ou energia (N. s).

1.6 Caracterização do Grupo Riberlves

A Riberlves – Comércio e Indústria de Produtos alimentares, S.A., é a empresa líder no sector de preparação e transformação de pescado. Fundada em 1985, a empresa iniciou a sua atividade no comércio por grosso de vários produtos e a partir de 1990 passou a dedicar-se em exclusivo à indústria e comércio de bacalhau.

De acordo com a Classificação das Atividades Económicas (CAE), a área de atuação da Riberlves enquadra-se no grupo CAE 10204 – “Salga, secagem e outras atividades de transformação de produtos da pesca e aquicultura” (SICAE, 2012).

Atualmente dedica-se à produção e comercialização de vários produtos de bacalhau e derivados, desde bacalhau seco, semi-seco, caras de bacalhau, bacalhau desfiado, bacalhau demolhado ultracongelado e derivados ultracongelados.

A empresa emprega cerca de 380 pessoas e tem sede em Torres Vedras, onde está situada uma das unidades de produção. A empresa detém ainda outra unidade de produção na Moita, denominada Comimba, onde decorreu o presente estágio. Esta unidade de produção tem uma área total de 100 mil metros quadrados, de entre os quais 40 mil metros quadrados correspondem a área coberta. É hoje a maior fábrica mundial a operar exclusivamente no sector do bacalhau. De entre as instalações da empresa fazem parte a unidade de produção, áreas de acesso comuns, refeitório, salas de direção, salas de receção, serviços administrativos, parque de estacionamento e também um espaço inaugurado em 2007, a Academia do bacalhau, um espaço construído em forma de homenagem à relação especial que o bacalhau tem com o nosso país (Riberlves, s/d).

Atualmente a Comimba está preparada para diversos processos de transformação de bacalhau, desde a descongelação da matéria-prima, escala, salga, secagem, demolha, ultracongelação, vidragem e embalagem, tendo nos últimos anos apostado na inovação e em técnicas de transformação, sobretudo de demolha e ultracongelação do bacalhau colocado no mercado como produto pronto a usar. A empresa detém a mais moderna infraestrutura de demolha e congelamento de bacalhau realizado no mundo, normalizadas pela IFS-*International Food Standart* (Riberlves, s/d). Possui ainda um laboratório de qualidade próprio, onde são realizados testes para controlo de % de água de vidragem, teste de determinação de humidade, provas sensoriais, entre outros, no entanto, as análises químicas e microbiológicas realizadas aos produtos resultantes da sua atividade, são solicitadas a laboratórios externos acreditados para o efeito, garantindo desta forma a qualidade dos mesmos.

A Riberlves possui ainda vários armazéns em diferentes pontos do país e dispõe também de instalações em dois pontos de compra: na Islândia e Noruega, onde tem a sua terceira fábrica. A empresa compra ainda matéria-prima nos estados unidos e na China (migas de bacalhau) (Cunha *et al.*, 2012).

Anualmente, a Riberlves compra 30 a 35 mil toneladas de matéria-prima no estado salgado verde e no estado congelado, essencialmente da espécie *Gadus morhua* e também *Gadus macrocephalus* (Riberlves, 2013). Compra ainda uma série de espécies afins de bacalhau, sendo, no entanto, as duas primeiras as que assumem a principal preferência da empresa dada a sua maior qualidade e rentabilidade final. É a empresa que mais bacalhau compra e transforma no mundo (Riberlves, s/d).

Em 2012 atingiu um volume total de vendas de cerca de 29 mil toneladas e representou uma faturação que ronda os 138 milhões de euros (Figura 4) (Riberlves, 2013).

Atualmente domina o mercado interno com o bacalhau demolido ultracongelado, que já tem uma representação de 65% de todo o mercado nacional desta categoria de produto e posiciona-se a nível internacional. No mesmo ano, o volume total de negócios atingiu um aumento de 14% (Riberlves, 2013).

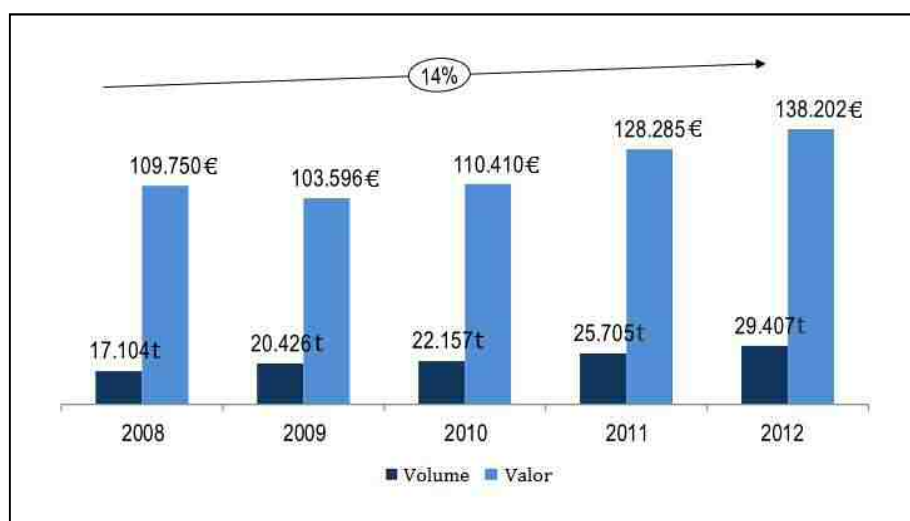


Figura 4 – Vendas da empresa Riberlves em valor e volume de 2008 a 2012 (Fonte: Riberlves, 2013).

As exportações do grupo representam cerca de 42% da faturação total e tem hoje forte presença em nove países com uma ligação próxima à cultura portuguesa, no designado mercado da saudade (Figura 5) (Riberlves, 2013).



Figura 5 – Representação dos países onde são comercializados os produtos Riberlves (Fonte: Riberlves, 2013).

O mercado português é dominado pela grande distribuição (Figura 6), onde se destaca o Continente, Pingo Doce e Intermarché, que juntos representam cerca de 80% do mercado (Riberlves, 2013).

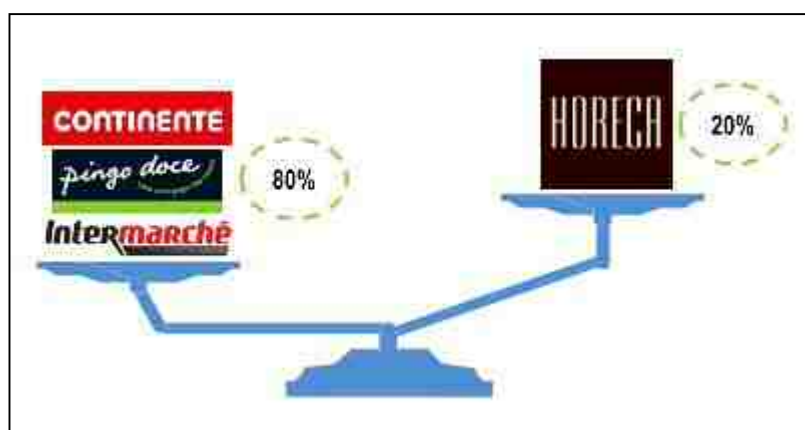


Figura 6 – Representação do mercado português por segmento em 2012 (Fonte: Riberlves, 2013).

O reconhecimento da marca traduz-se nos prémios recebidos pela empresa ao longo da sua trajetória, tanto em Portugal, como no Brasil. Recentemente, em Janeiro de 2012, no Brasil, os lombos e postas demolhadas foram eleitos por consumidores brasileiros pela certificação “Produto do ano”, que indica os produtos mais inovadores de diversas categorias. Ainda no mesmo ano, em Portugal foi distinguido pelos consumidores como “Sabor do Ano”, num total de 24 categorias e bens agroalimentares, tendo sido distinguido novamente no presente ano com a mesma distinção.

2. Metodologia

O desenvolvimento do trabalho dividiu-se em duas fases distintas. Uma fase essencialmente em contexto fabril e outra em contexto laboratorial.

A fase fabril decorreu entre 2 de Maio e 2 de Outubro de 2012 na indústria Comimba – Comércio e indústria de bacalhau, S.A. Primeiramente realizou-se o processo de integração na empresa, que passou pela técnica de observação participada e conhecimento do funcionamento da indústria, nomeadamente ao nível dos processos de fabrico dos diferentes produtos produzidos na mesma. Posteriormente realizou-se o acompanhamento do produto estudado neste trabalho – Lombos de bacalhau demolhado ultracongelado. O estudo consistiu em seleccionar e submeter bacalhau a 3 diferentes tempos de cura em sal, mantendo todas as outras etapas da sua produção iguais para os 3 grupos até a obtenção dos produtos finais, controlando ao longo das diferentes etapas de produção, diferentes parâmetros nomeadamente a temperatura, humidade e cloro, para garantir a qualidade dos produtos finais.

A fase laboratorial decorreu de 8 de Novembro de 2012 até 11 de Fevereiro de 2013 e foi realizada no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Escola Superior Agrária de Castelo Branco e no Laboratório de Físico-química do Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA) e teve como objetivo identificar diferenças do ponto de vista da composição química (proteína total, gordura total, humidade, cinzas e cloretos), da cor (parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h°) e da textura (Teste de Análise de Perfil de Textura e Teste de Corte) dos produtos obtidos anteriormente na indústria.

2.1 Matérias- Primas

A espécie de bacalhau utilizada neste estudo foi *Gadus morhua*, com um peso médio superior a 4 kg, capturada no Oceano Atlântico e fornecida por Sirena A/S, um dos maiores fornecedores da Escandinávia. Os peixes foram sangrados, eviscerados, lavados, descabeçados, congelados sob a forma de blocos industriais a -18°C , embalados e armazenados em câmara a -18°C , no interior do navio fábrica.

A par do bacalhau, o sal é a matéria-prima mais importante na produção de bacalhau demolhado ultracongelado e foi fornecido pela empresa Maricéu, localizada em Matosinhos. O sal marinho utilizado neste estudo apresentava uma coloração branca, era isento de impurezas, inodoro, com uma granulometria compreendida entre os 3 mm e os 8 mm e continha um teor de cloreto de sódio de 99,3%, respeitando o teor mínimo legal imposto pela portaria n.º 72/2008, de 23 de Janeiro, que é de 90%, no caso do sal alimentar destinado às indústrias alimentares.

2.2 Processo Produtivo de Lombos de Bacalhau Demolhado Ultracongelado

As principais etapas identificadas no processo de fabrico que o bacalhau sofreu desde a sua receção na indústria alimentar como matéria-prima crua congelada até ao armazenamento do produto final- lombos de bacalhau demolhados ultracongelados, apresentam-se de acordo com a Figura 7.

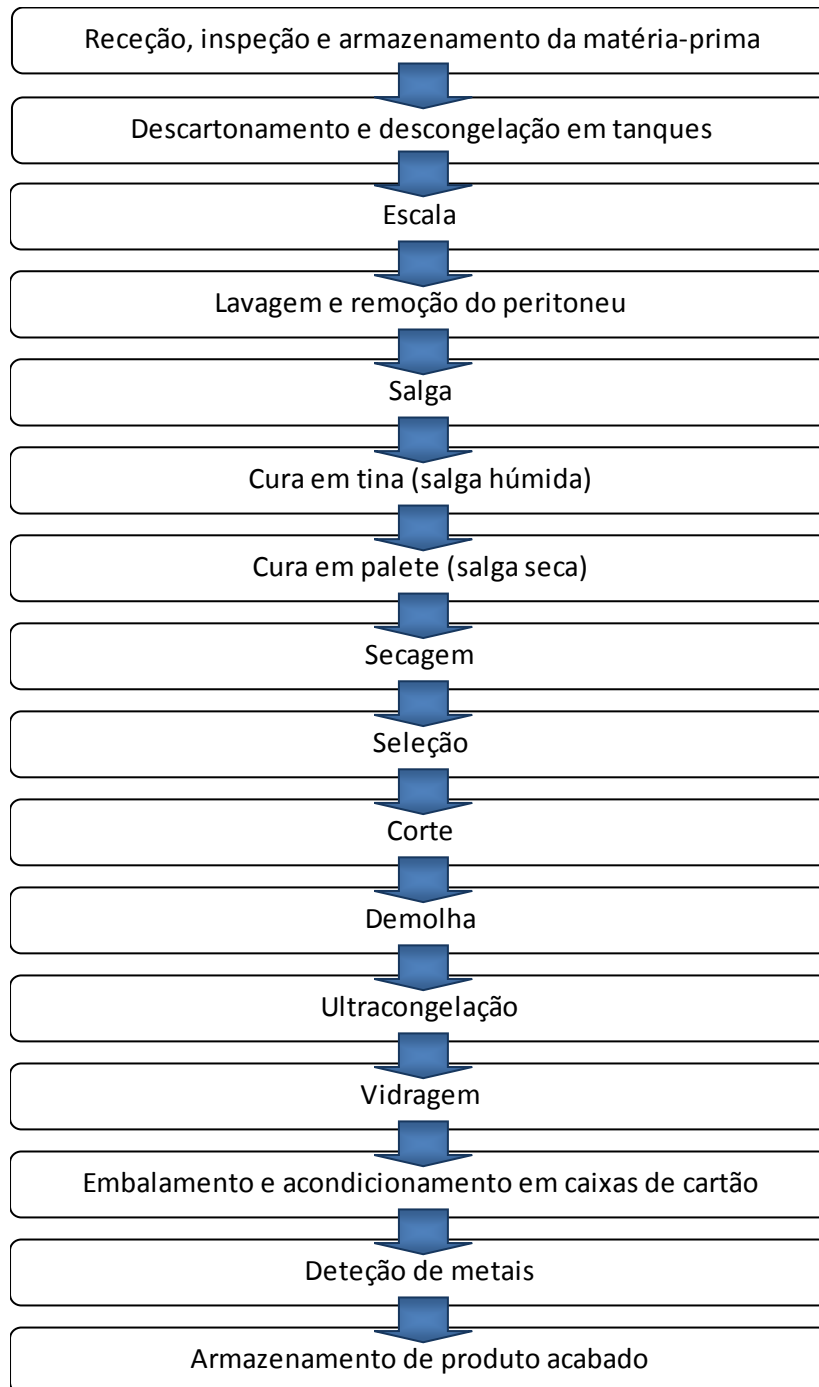


Figura 7 – Etapas do processo de fabrico de lombos de bacalhau demolhado ultracongelado.

2.2.1 Receção, Inspeção e Armazenamento da Matéria-prima

O peixe foi transportado até à Comimba num camião com câmara para congelados, à temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, respeitando a temperatura mínima legal do transporte de alimentos ultracongelados, imposta pelo Decreto-Lei n.º 251/91, de 16 de Julho, que é de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo admissível uma variação de $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Na receção da matéria-prima, a primeira etapa passou por realizar uma inspeção visual da integridade de cada palete de produto, confirmando se as embalagens no interior dos quais se encontrava o bacalhau estavam devidamente fechadas e as paletes inteiras (Figura 8A). As embalagens eram impermeáveis ao ar e à humidade, de forma a reter a qualidade dos peixes e o seu conteúdo em água. Em cada embalagem estava inscrita a espécie de peixe, o tamanho, o local de captura, a data de congelação e de expiração do lote. Nesta fase foi entregue ao responsável da seção um dispositivo que contemplou o registo informático das temperaturas ao longo de toda a viagem, respeitando o Regulamento (CE) n.º 37/2005, de 12 de Janeiro, que determina que os meios de transporte de alimentos ultracongelados devem ser dotados de instrumentos de registo adequados para controlar, em intervalos frequentes e regulares, a temperatura do ar a que estão submetidos os alimentos ultracongelados.

A etapa seguinte foi a pesagem da matéria-prima e a sua receção no sistema informático da empresa, procedendo-se seguidamente à identificação de cada palete. O lote em estudo era composto por 30 toneladas. No momento seguinte foi confirmada a composição de cada palete abrindo um pequeno orifício no seu topo (Figura 8B), seguindo-se uma medição da temperatura do produto com um instrumento de medição térmica com uma ponta metálica, em quatro unidades do topo de três paletes situadas no início, no meio e no fim da carga, de acordo com a Portaria n.º 91/94, de 7 de Fevereiro, que estabelece as condições a que deve obedecer o controlo das temperaturas, fazendo um registo da média em graus centígrados, não tendo este valor sido inferior ou igual a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. No final selaram-se os orifícios abertos.

Após a receção, inspeção, pesagem e identificação a matéria-prima foi armazenada em câmara de armazenamento de matéria-prima congelada a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 8 – Inspeção visual da integridade de cada palete de produto (A); confirmação da composição de cada palete (B).

2.2.2 Descartonamento e Descongelamento em Tanques

Para se poder iniciar o processamento, foi necessário proceder ao descartonamento e à descongelamento do bacalhau. O descartonamento foi realizado através da extração do cartão que envolve o peixe congelado e foi realizado no final do dia (Figura 9A). Seguiu-se a descongelamento do peixe que foi efetuada em dois tanques próprios (Figura 9B) com capacidade de 15 toneladas cada um, com água corrente potável, a uma temperatura da água compreendida entre os 11°C e os 15°C e com níveis de cloro entre 0,3 e 0,5 mg/l, garantindo assim, a manutenção da qualidade do pescado. De acordo com o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, a água distribuída ao longo de todas as etapas do processo de fabrico deve possuir concentrações de cloro residual livre compreendidas entre 0,2 e 0,6 mg/l.

Esta etapa depende do tamanho dos peixes e para estes peixes durou aproximadamente 12 horas. Os peixes foram colocados no tanque de descongelamento de um dia para o outro.

O bacalhau descongelado apresentava um teor de humidade médio de 80,73%.



Figura 9 – Operação de descartonamento (A); descongelamento do bacalhau em tanques (B).

2.2.3 Escala

Esta operação foi realizada com um escalador mecânico automático (Figura 10A), com o peixe a uma temperatura compreendida entre 0 e os 4°C e consiste no corte ventral do bacalhau, removendo-se dois terços anteriores da espinha dorsal deixando-o com o tradicional e característico aspeto do bacalhau escalado (aberto) (Figura 10B). No final desta operação, o peixe manteve os requisitos de qualidade exigidos pela empresa após uma escala integral e correta, o que permite melhorar a eficácia do processo de salga.



Figura 10 – Colocação do bacalhau no escalador mecânico automático (A); bacalhau escalado à saída do escalador mecânico automático (B).

2.3.4 Lavagem e Remoção do Peritoneu

O pescado foi lavado em água potável abundante, removendo com escovas adequadas todos os restos de vísceras, fígado e coágulos de sangue resultantes da escala (Figura 11A). Foi também nesta fase que se efetuou uma inspeção parasitológica em caixa de transiluminação verificando-se o número de parasitas visíveis por kg de produto (Figura 11B). No lote em avaliação não foram verificados quaisquer parasitas visíveis. Seguidamente foi removido o peritoneu tal como se pode ver na Figura 11A, pois pretendia-se obter bacalhau para comercializar como asa branca. O bacalhau asa branca é assim conhecido, porque se retira a pele escura que cobre o interior da barriga (o peritoneu), tornando as lascas bem visíveis no produto final.

No final desta etapa, a musculatura dos peixes ficou com um aspeto e coloração uniformes, com estrutura íntegra, de cor branca brilhante e consistência firme.



Figura 11 – Operação de lavagem e remoção do peritoneu do bacalhau (A); inspeção parasitológica em caixa de transiluminação (B).

2.2.5 Salga

Depois de lavados os peixes foram dispostos com a fase ventral virada para cima em tinas de plástico rígido (PVC) com capacidade para 500 kg de peixe, em camadas intercaladas de peixe e sal grosso (Figura 12A), tendo-se sempre o cuidado de abrir e endireitar os peixes até encher as tinas, formando-se pilhas homogêneas. A primeira e a última camada foram de sal (Figura 12B), não sendo adicionada água a este processo. O sal foi colocado quer com recurso a pá, quer com o doseador automático, numa proporção de cerca de 0,8 kg de sal/ kg de peixe.

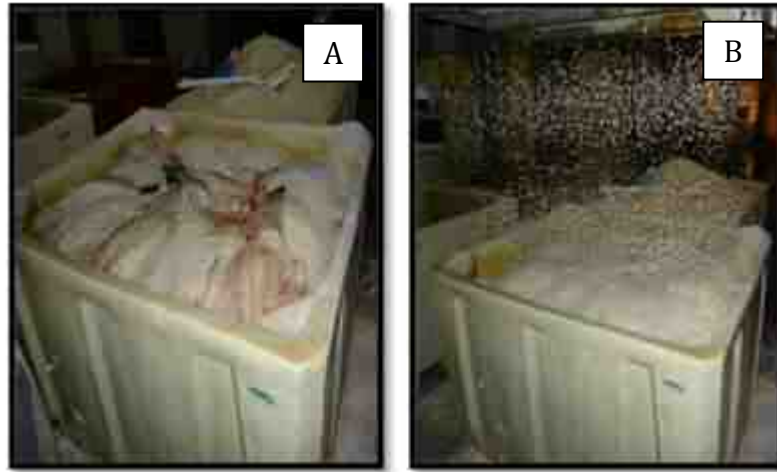


Figura 12 – Operação de salga em tinas: colocação de uma camada de peixe com a fase ventral virada para cima (A); colocação da última camada de sal grosso (B).

2.2.6 Cura em Tina (Salga húmida)

Finalizada a etapa da salga, ocorreu nos dias seguintes a formação natural de salmoura a partir da água do próprio pescado (Figura 13A), daí a designação de salga húmida ou salga presa. O bacalhau manteve-se nas tinas em maturação nestas condições por um período de 15 dias (Tabela 8), para ocorrer uma penetração eficiente do sal no peixe. Nesta fase, as tinas ficaram acondicionadas numa zona com temperatura ambiente controlada que oscilou entre 12,8°C e os 14,5°C (Figura 13B).



Figura 13 – Formação natural de salmoura a partir da água do próprio pescado (A); acondicionamento das tinas durante o processo de cura em salmoura (B).

2.2.7 Cura em Palete (Salga seca)

Após este período em salmoura, volteou-se cada tina para uma paleta, utilizando para o efeito um volteador hidráulico (Figura 14A). Deixou-se o bacalhau em repouso nas paletes com excesso de sal durante 3 dias, de modo a que a salmoura residual escorresse livremente (Figura 14B).



Figura 14 – Viragem de cada tina para uma paleta com volteador hidráulico (A); paleta de bacalhau em repouso (B).

Passados esses dias, cada paleta foi sujeita a uma repaletização (formação de nova paleta), de modo a inverter-se a ordem das camadas da pilha inicial, conferindo-se desta forma um tratamento mais uniforme. Para facilitar a formação das novas pilhas utilizaram-se formas de plástico, transferindo-se o peixe camada a camada, entre as quais foi adicionada uma quantidade adequada de sal seco (Figura 15A).



Figura 15 – Repaletização de bacalhau (A); paletes de produto no interior da câmara de maturação (B).

Para permitir a prossecução dos três testes delineados e enunciados na Tabela 8, no final da repaletização selecionaram-se 3 paletes de bacalhau que foram transportadas para o interior de uma câmara de maturação (Figura 15B) onde permaneceram por um período de tempo, que variou entre os 12 dias no caso do teste 1, 36 dias no teste 2 e os 71 dias no teste 3, a uma temperatura de conservação entre os 3,8°C e os 4,6°C, com uma humidade relativa do ar controlada entre os 80% e os 85%. Terminado o tempo de cura relativo a cada palete, todas seguiram o mesmo processo de fabrico.

Tabela 8 – Diferentes tempos de cura aplicados às amostras.

Testes	Tempo de cura em salmoura (dias)	Tempo de cura em palete (dias)	Tempo total de cura (dias)
1	15	12	27
2	15	36	51
3	15	71	86

2.2.8 Secagem

Começou por bater-se os peixes para remoção do excesso de sal aderido à superfície do pescado (Figura 16A), seguindo-se a estiva dos mesmos num tabuleiro, sendo colocados de forma sequencial (cabeça, rabo, cabeça) (Figura 16B) e de tamanho uniforme para que a secagem fosse uniforme e atingisse toda a superfície do produto.



Figura 16 – Remoção do excesso de sal aderido à superfície do peixe (A); estiva do bacalhau em tabuleiros (B).

Quando o tabuleiro ficou completo foi transferido para carros com capacidade para 21 estrados devidamente encaixados (Figura 17A). Depois de todos os carros completos o bacalhau seguiu para um túnel de secagem com ar forçado a temperatura e humidade controladas (Figura 17B). Nesta fase começou a desidratação do peixe que durou entre 45 a 48 h. Todos os ciclos de secagem foram realizados a uma temperatura média de 20°C e humidade relativa entre os 65% e os 45%. A duração dos ciclos de secagem depende do tamanho dos peixes, mas também da finalidade comercial que se pretende dar ao produto.



Figura 17 – Carro com 21 estrados completos de bacalhau (A); carros completos no interior do túnel de secagem (B).

2.2.8 Seleção

Depois de seco, o bacalhau foi descarregado dos tabuleiros e foi novamente repaletizado (Figura 18A), tendo sido posteriormente encaminhado para a zona de seleção. No início da linha de seleção fez-se uma separação do produto que não estava conforme e que foi classificado como sortido, de acordo com a legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro), sendo colocados os restantes peixes sobre a passadeira da máquina

calibradora que foi previamente programada para separar os peixes automaticamente com um peso entre os 2.600 kg e os 2.800 kg (Figura 18B). Foi nesta etapa que foram selecionados os 20 peixes referentes aos três diferentes tempos de maturação e que foram colocados numa palete.



Figura 18 – Formação de uma nova pilha de bacalhau depois de seco (A); separação automática de bacalhau de acordo com o peso (B).

2.2.9 Corte

A palete foi encaminhada para a zona de corte e os peixes foram cortados em serras verticais de aço inoxidável (Figura 19A) de acordo com a Figura 19B.

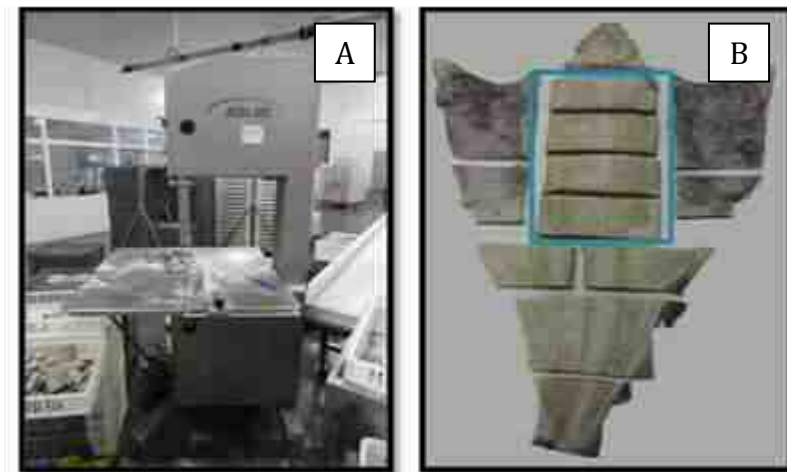


Figura 19 – Corte do bacalhau em serras verticais (A); esquema de corte realizado (B).

Para este estudo foram utilizados apenas os lombos (assinalados na figura 19B com a linha a azul), que foram colocados em cada tabuleiro de plástico identificado com o número de cada peixe e que foram colocados num carro com capacidade para 68 tabuleiros de plástico, contendo apenas lombos de um só tipo (Figura 20).



Figura 20 – Carro completo, contendo lombos do mesmo tipo.

2.2.10 Demolha

Depois de completo o carro foi colocado num tanque com água refrigerada (Figura 21A e B), onde foi controlada diariamente a qualidade da água de abastecimento, nomeadamente os níveis de cloro e a temperatura da água. Os níveis de cloro variaram entre os 0,2-0,5 mg/l e a temperatura variou entre os 5°C e os 7°C. A demolha foi realizada sem agitação da água e teve a duração de 80 h. Findo o tempo de demolha, os tabuleiros foram encaminhados para o túnel de ultracongelação.



Figura 21 – Colocação dos carros no tanque de demolha (A); operação de demolha (B).

2.2.11 Ultracongelação

A ultracongelação ocorreu a uma temperatura - 45°C, num processo rápido com duração de cinco horas, de forma a manter todas as propriedades originais do produto. De modo a verificar a eficiência deste processo efetuou-se a medição do centro térmico de três lombos para assegurar que o produto adquiriu a temperatura de -18°C. Posteriormente os tabuleiros foram transportados para a zona de vidragem (Figura 22 A e B).

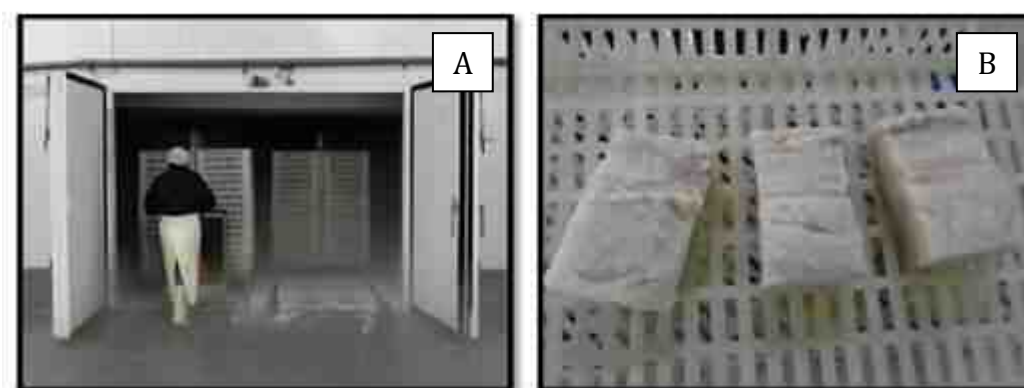


Figura 22 – Colocação dos carros completos de lombos de bacalhau demolhados no interior do túnel de ultracongelação (A); lombos de bacalhau ultracongelados (B).

2.2.12 Vidragem

A vidragem foi realizada em tanques próprios colocando-se tabuleiro a tabuleiro, durante cerca de 30 segundos, no interior dos tanque que continham uma solução de água, açúcar e glicerina, a uma temperatura compreendida entre 0°C e 1°C (Figura 23 A e B). Após a passagem pelo tanque o bacalhau é de novo colocado no túnel de ultracongelação, com o objetivo de secar superficialmente a humidade proveniente da etapa anterior.

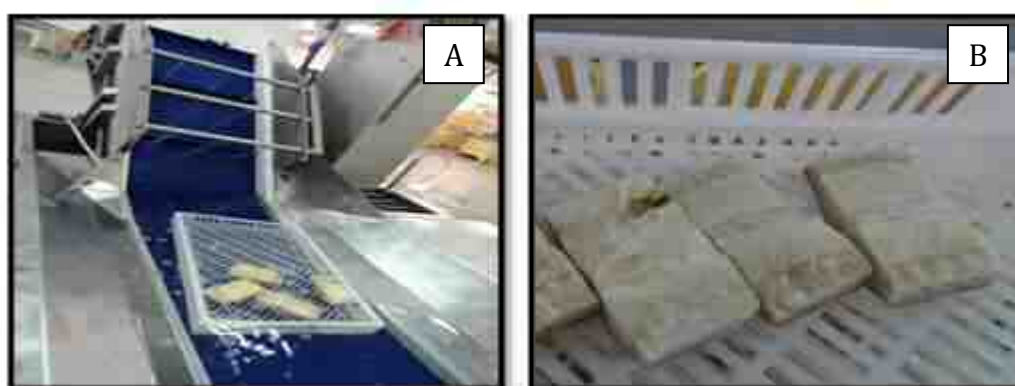


Figura 23 – Operação de vidragem por imersão (A); lombos de bacalhau vidrados (B).

2.2.13 Embalamento e Acondicionamento em Caixas de Cartão

Os 3 lombos de cada bacalhau foram embalados em saco de plástico estéril, transparente e identificado com o respetivo número do peixe e tempo de maturação e em seguida procedeu-se ao seu fecho termicamente numa máquina seladora automática especializada (Figura 24A). O embalamento foi efetuado com o mínimo de manipulação possível de forma rápida e mantendo a cadeia de frio, e o armazenamento foi imediato. Por fim, o produto foi acondicionado em caixas de cartão canelado (Figura 24B).



Figura 24 – Fecho térmico das embalagens numa seladora automática especializada (A); embalagens já devidamente seladas colocadas no interior de caixas de cartão (B).

2.2.14 Detecção de Metais

Os produtos embalados em caixas de cartão canelado passam por detetores de metais automáticos existentes na linha de embalagem (Figura 25). O objetivo é assegurar a inexistência de contaminantes metálicos no produto final.

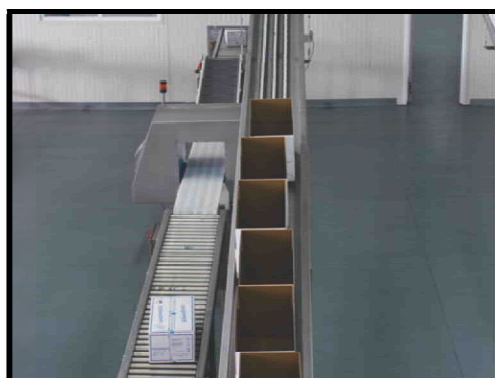


Figura 25 – Passagem do produto final pelos detetores de metais automáticos.

2.2.15 Armazenamento do Produto Acabado

O produto final acabado (Figura 26) foi devidamente armazenado em câmara frigorífica de produto ultracongelado embalado, a -18°C .

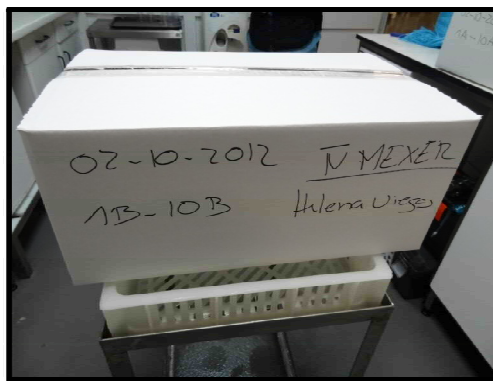


Figura 26 – Produto acabado devidamente embalado.

Depois do produto final acabado resultante dos três testes realizados foram acondicionados e transportados em arcas térmicas com placas térmicas até ao local de realização das determinações.

2.3 Preparação das Amostras de Bacalhau para Análises de pH, a_w , ABVT e de Composição Química

Para a determinação dos parâmetros de pH, a_w e composição química avaliados neste estudo, a preparação das amostras envolve em primeiro lugar o corte de cada lombo congelado, em 3 tiras transversais com 2 cm de largura (Figura 27A e B).

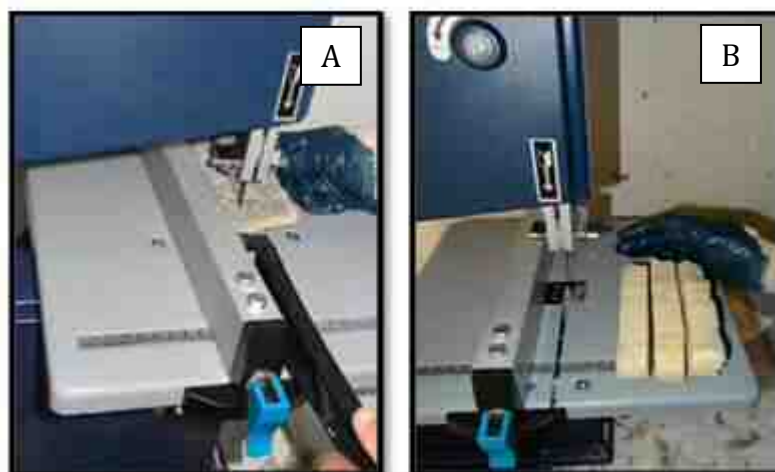


Figura 27 – Corte de amostras de bacalhau congelado em tiras com 2cm de largura (A e B).

Na véspera da realização das determinações, foram selecionadas e colocadas a descongelar no frigorífico 2 tiras de cada peixe para a realização das determinações dos parâmetros físico-químicos. No dia seguinte, os passos a seguir passavam em primeiro lugar por, efetuar a medição do pH em cada uma porção referente a cada peixe, retirando-se de seguida a pele e as espinhas (Figura 28A) e procedendo à sua trituração conjunta numa picadora (Figura 28B).



Figura 28 – Remoção da pele e das espinhas da amostra (A); trituração da amostra (B); armazenamento da polpa em frascos de vidro (C).

No final, a polpa resultante de cada amostra foi devidamente identificada e introduzida em frascos de vidro hermeticamente fechados (Figura 28C) e mantidos sob refrigeração num frigorífico a 3°C, até ao momento da conclusão de todas as análises laboratoriais, realizadas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Para todas as determinações foi realizado um duplicado.

2.3.1 Determinação do Potencial Hidrogeniónico

A determinação do potencial hidrogeniónico (pH) foi realizada em catorze amostras, recorrendo a um potenciómetro portátil HI9024 (HANNA Instruments) munido de um elétrodo de perfuração FC230B do mesmo fabricante, adequado à análise de sólidos. O aparelho foi previamente calibrado com soluções padrão pH =4 e pH=7 e o valor do pH foi medido diretamente numa porção da posta de bacalhau (Figura 29), à temperatura ambiente. Após a estabilização do aparelho, foi feita a leitura do pH.



Figura 29 – Medição do pH em porção de bacalhau utilizando o potenciómetro portátil HI9024 da HANNA Instruments.

2.3.2 Determinação da Atividade da Água

A determinação da atividade da água (a_w) foi realizada em catorze amostras e fez-se com recurso a um aparelho previamente calibrado, modelo Rotronic Hygrosco DT com sonda

WA-14TH termostaticável a 25 °C (Figura 30), que permite fazer a leitura da atividade de água diretamente da amostra.

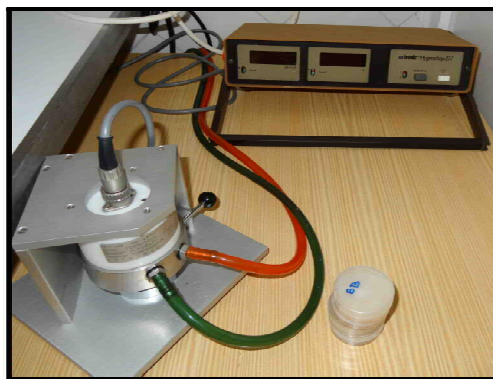


Figura 30 – Aparelho utilizado para efetuar a determinação do aw (Rotronic Hygroscop DT com sonda WA-14TH).

Para este procedimento foi utilizada uma pequena porção de amostra, colocando-a cuidadosamente no recipiente próprio do aparelho, cobrindo todo o fundo. Teve-se o cuidado para que a amostra não passasse da metade da altura do recipiente, para evitar que o alimento entrasse em contacto com a célula dielétrica e o aparelho descalibrasse.

Depois de ligado o aparelho, a amostra foi hermeticamente fechada numa célula do aparelho, permitindo que a humidade relativa (HR) do pescado e a HR do ambiente no interior da célula ficassem em equilíbrio. O sensor localizado na parte superior da célula faz a leitura constante da HR, estabilizando quando a variação for inferior a 0,02% HR/min e 0,02°C/min. O resultado foi observado no visor digital onde fica registada a leitura da atividade de água da amostra.

2.3.3 Determinação do Azoto Básico Volátil Total

O teor de azoto básico volátil total (ABVT) foi determinado em treze amostras de acordo com a NP 2930/1988, utilizando o método de Microdifusão em placas de Conway.

Extração: pesaram-se 50 g de polpa de bacalhau e homogeneizaram-se com 100 ml de solução de ácido tricloroacético (TCA) a 5%, durante 2 minutos. Em seguida filtrou-se por papel de filtro Whatman nº 1, recolhendo o extrato num balão volumétrico.

Determinação: para o compartimento externo da placa de microdifusão de Conway mediu-se 0,5 ml de água destilada e 1 ml de extrato filtrado. No compartimento interno da placa de microdifusão de Conway, adicionou-se 1 ml de uma solução de ácido bórico a 1%, contendo como indicadores uma mistura de verde de bromocresol e vermelho de metilo.

Foi colocada vaselina sólida nas bordas da placa de microdifusão e sobre esta uma placa de vidro deixando uma pequena área aberta para a adição de 1 ml de solução saturada de carbonato de potássio (K_2CO_3) ao compartimento externo. Rapidamente, a placa de vidro foi deslizada para tampa a placa de microdifusão a fim de evitar a libertação de azoto, girando-se suavemente o conjunto, com a finalidade de homogeneizar o conteúdo externo.

As análises foram realizadas em duplicado para cada amostra e as placas foram então incubadas numa estufa a 40°C, durante 90 minutos. A última etapa do procedimento analítico foi a titulação do azoto fixado pelo ácido bórico com ácido clorídrico 0,02 N (Figura 31A), até

ao aparecimento de uma cor rosa (Figura 31B). Paralelamente, efetuou-se um ensaio em branco seguindo a mesma técnica, substituindo a toma de filtrado por água e um ensaio padrão, substituindo a toma de filtrado por igual volume de sulfato de amónio a 0,1%, para determinação do coeficiente de difusão. Os resultados foram expressos em mg de N/100g de produto.

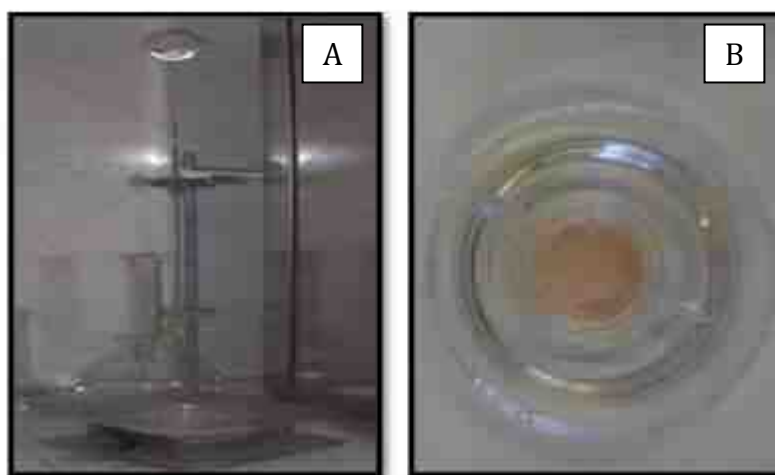


Figura 31 – Titulação com ácido clorídrico para quantificação de ABVT (A); viragem do indicador após a titulação para coloração rosa (B).

Utilizaram-se as seguintes fórmulas para o cálculo do controlo de difusão e do ABVT:

$$CD = \frac{(V1 - V0)}{0,21} \times 0,28 \quad \text{ABVT (mg/100g)} = \frac{V2 - V0 \times N \times PM \times FC}{m \times C.D.}$$

Sendo:

V0 – Volume de HCl gasto na titulação do ensaio em branco (ml)

V1 – Volume HCl gasto na titulação do ensaio de controlo de difusão (ml)

V2 – Volume de HCl gasto na titulação com o extrato da amostra (ml)

m – Massa da amostra utilizada na preparação do extrato (g)

N – Normalidade do HCl utilizado na titulação

PM – Peso molecular do NH₃

FC - 10⁴ – Fator de correção para obter o resultado em mg/100g

C.D. – Controlo de difusão

2.3.4 Determinação da Humidade

A determinação do teor de humidade foi determinada por gravimetria de acordo com a técnica descrita pela NP 2282/1991. Foram analisadas sessenta amostras, vinte relativas a cada tempo de cura.

Os cadinhos de porcelana foram colocados numa estufa Memmert UL 60 a 100±2°C durante 30 minutos (Figura 32A), após esta etapa foram colocados a arrefecer durante 30 minutos num exsiccador. Após tarar cada cápsula, pesou-se 10 g de polpa, identificou-se e colocou-se na estufa a 100±2°C até ao dia seguinte, ou seja, até à amostra ter desidratado por

completo. As cápsulas foram retiradas da estufa e arrefecidas durante pelo menos 30 minutos no exsicador (Figura 32B), findo este tempo, procedeu-se à sua pesagem (Figura 32C).



Figura 32 – Secagem das amostras em estufa (Memmert UL 60) a $100\pm 2^\circ\text{C}$ (A); cápsulas com resíduo seco em arrefecimento no exsicador (B); pesagem da cápsula com resíduo seco (C).

A percentagem de humidade foi depois determinada através da seguinte fórmula:

$$H(\%) = \frac{P2-P}{P1} \times 100$$

Sendo:

H – percentagem (%) de humidade

P – peso da cápsula vazia (g)

P1 – peso da amostra para análise (g)

P2 – peso da cápsula com resíduo seco (g)

2.3.5 Determinação da Cinza Total

A determinação da percentagem de cinza foi realizada por gravimetria tendo por base a norma NP 2032/1988. Foram analisadas sessenta amostras, vinte relativas a cada tempo de cura.

As cápsulas de porcelana que continham as amostras resultantes da determinação da humidade foram utilizadas para a determinação do teor de cinza. Colocaram-se as cápsulas numa mufla Nabertherm L 15 C 6 a 550°C durante cerca de 5 horas (Figura 33A), até obtenção de cinzas brancas. As cápsulas foram retiradas da mufla e arrefecidas durante pelo menos 30 minutos no exsicador (Figura 33B), findo este tempo, procedeu-se à sua pesagem (Figura 33C).



Figura 33 – Incineração das amostras em mufla (Nabertherm L 15 C 6) a 550°C (A); cápsulas com resíduos das cinzas em arrefecimento no exsiccador (B); pesagem da cápsula com cinzas (C).

O teor de cinza, expresso em percentagem, calculou-se de acordo com a seguinte equação:

$$C (\%) = \frac{P2-P}{P1} \times 100$$

Sendo:

C – percentagem (%) de cinza

P – peso da cápsula vazia (g)

P1 – peso da amostra para análise (g)

P2 - peso da cápsula com a cinza (g)

2.3.6 Determinação da Gordura Total

A determinação do teor da matéria gorda livre foi realizada em sessenta amostras, vinte relativas a cada tempo de cura, de acordo com NP 1224/1982, com algumas modificações, de acordo com procedimentos internos do laboratório. Para o efeito utilizou-se o aparelho Tecator Soxtec System HT, 1043 Extraction Unit (Figura 34A).

Pesou-se 3 g de cada amostra para os respetivos cartuchos de algodão, devidamente tarados e identificados, aos quais se adicionou de seguida 3 colheres pequenas de areia; misturou-se com uma vareta de vidro a amostra com a areia e de seguida colocou-se a secar na estufa a 100±2°C, durante 1h. No final deixou-se arrefecer e limpou-se as varetas de vidro com algodão, para que as amostras agarradas às varetas de vidro fiquem no interior do cartucho, tapou-se o cartucho com o algodão e colocou-se no aparelho Tecator Soxtec System HT, 1043 Extraction Unit. Mediu-se 50 ml de benzeno de petróleo para cada copo de alumínio, previamente pesados e identificados e colocaram-se na placa do Soxtec aquecida a 110°C. A extração ocorreu durante 55 min, 25 min com as amostras imersas no solvente na posição “*boiling*” e 30 min com as amostras emersas na posição de lavagem “*rinsing*”. No final a gordura foi recuperada em cada copo de alumínio, colocando-se de seguida os copos na estufa a 100±2°C durante cerca de 30 min para evaporação do solvente residual por secagem. Findo este tempo, os copos foram colocados no exsiccador a arrefecer durante 30 min (Figura 34B) e pesados em seguida (Figura 34C).



Figura 34 – Aparelho de extração de gordura (Tecator Soxtec System HT, 1043 Extraction Unit) (A); copos com gordura em arrefecimento no exsiccador (B); pesagem de copo com gordura (C).

O teor de gordura total, expresso em percentagem, calculou-se de acordo com a seguinte equação:

$$G (\%) = \frac{P2-P}{P1} \times 100$$

Sendo:

G – percentagem (%) de gordura

P – Peso do copo (g)

P1 – peso da amostra para análise (g)

P2 – peso do copo com gordura (g)

2.3.7 Determinação da Proteína Total

A determinação da proteína total foi realizada em sessenta amostras, vinte relativas a cada tempo de cura, e realizou-se de acordo com a norma NP 1612, 1972.

Esta determinação compreende três fases: digestão, destilação e titulação.

Pesou-se cerca de 1 g de amostra para um papel de filtro, dobrou-se o papel de filtro com a amostra dentro, de forma a evitar a perda de amostra e introduziu-se de imediato num tubo de Kjeldahl. Introduziu-se duas pastilhas de catalisador (3,5 mg de selénio e 3,5 mg de sulfato de potássio) no tubo e adicionou-se 12 ml ácido sulfúrico concentrado. Colocou-se o tubo no digestor (Tecator Digestion System 20-1015 Digester) a cerca de 420°C (Figura 35A), até se obter uma solução de cor verde. Deixou-se arrefecer o tubo e adicionou-se 75 ml água, procedendo-se de seguida à sua homogeneização, num agitador automático.

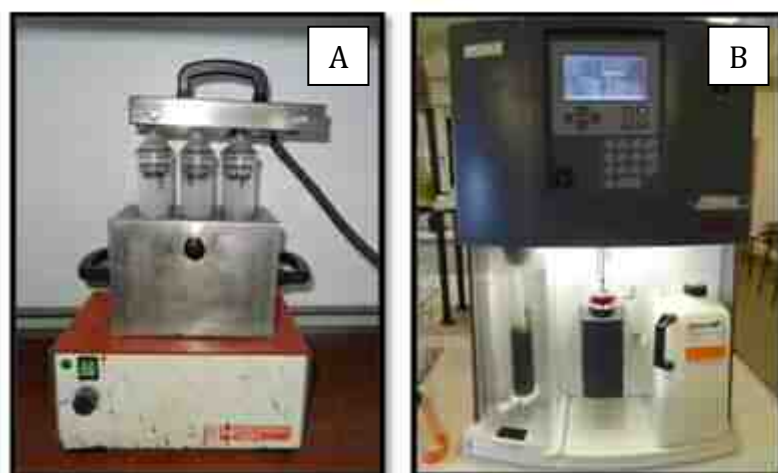


Figura 35 – Aparelho de digestão (Tecator Digestion System 20-1015 Digester) (A); aparelho de destilação e titulação (Tecator 2300 Kjeltac Analyzer Unit) (B).

Destilou-se o azoto presente na amostra (que foi previamente convertido em amónio) no aparelho de destilação/titulação, Tecator 2300 Kjeltac Analyzer Unit (Figura 35B), por arrastamento de vapor e recolha numa solução de ácido bórico 1%, contendo uma mistura de verde de bromocresol e vermelho de metilo. O amoníaco recolhido foi titulado com ácido clorídrico a 0,1 N, por fotocélulas do próprio aparelho.

O cálculo do teor de proteína total da amostra é feito automaticamente pelo aparelho, multiplicando o teor de azoto total pelo fator empírico 6,25 que resulta do pressuposto de que toda a proteína contém 16% de azoto.

2.3.8 Determinação de Cloretos

O teor de cloretos foi determinado em sessenta amostras, vinte relativas a cada tempo de cura, e realizou-se de acordo com o método A.O.A.C 1975.

Pesou-se cerca de 3 g de bacalhau, para um frasco de erlenmeyer de 250 ml. Adicionou-se 20 ml de nitrato de prata 0,1N, 10 ml de ácido nítrico concentrado, 50 ml de água destilada e juntou-se 4 perolas de vidro. Colocou-se a ferver sobre placa térmica e quando entrou em ebulição juntou-se 15 ml de permanganato de potássio a 5% por 3 vezes, 5 ml a cada vez que mudava para uma coloração amarelo pálido (Figura 36A). Deixou-se arrefecer até à temperatura ambiente e adicionou-se 2 ml de nitrobenzeno e 2 ml de alúmen férrico. Por fim titulou-se com solução de tiocianato de potássio 0,1N até ao aparecimento de uma coloração laranja persistente (Figura 36B).

O teor de cloretos foi expresso em percentagem de massa de cloreto de sódio na amostra.

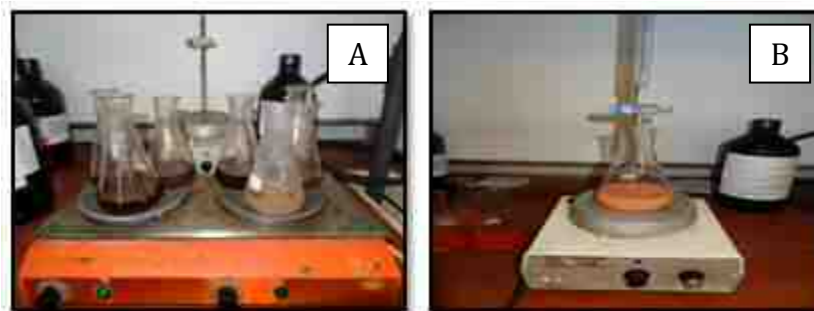


Figura 36 – Viragem da cor das amostras, após adição de permanganato de potássio (A); titulação de uma amostra com solução de tiocianato de potássio para determinação de cloretos (B).

2.4 Preparação das Amostras de Bacalhau para Determinação Instrumental da Cor e da Textura

A partir das restantes tiras com 2 cm de largura obtidas no corte para as determinações físico-químicas, foram cortados cubos com 2 x 2 x 2 cm (Alvarenga, 2000) isentos de pele e de espinhas como mostra a figura 37A e B.

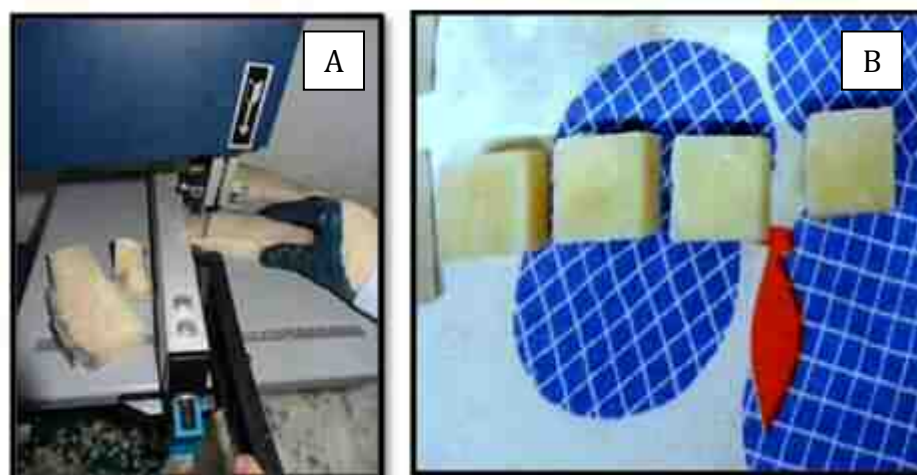


Figura 37 – Corte das amostras em cubos (A e B).

Na véspera da realização das determinações instrumentais da cor e da textura, foram selecionados e colocados a descongelar no frigorífico 4 cubos de cada peixe para cada um dos testes de textura a realizar. Todas as determinações foram realizadas em quadruplicado.

2.4.1 Análise Instrumental da Cor

A determinação instrumental da cor foi realizada com um colorímetro Minolta Chroma Meter, modelo CR-400, utilizando o sistema de cor CIELab e o iluminante D65. Começou-se por efetuar a calibração do aparelho através de um padrão específico de cor branca (Figura 38A). De seguida, colocou-se a lente do colorímetro sobre a superfície da amostra, fazendo a leitura da cor (Figura 38B). Os parâmetros de cor lidos foram a luminosidade (L^*), o

gradiente vermelho-verde (a^*), o gradiente amarelo-azul (b^*), o croma (C^*) e por último o ângulo de tom (h°). Os valores foram obtidos através do *software Color Data CM-S100w*.

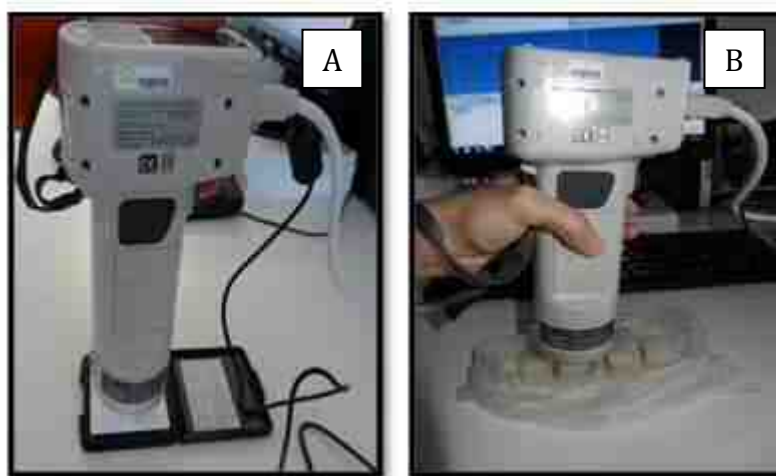


Figura 38 – Calibração do aparelho através de um padrão específico de cor branca (A); medição da cor com o colorímetro Minolta Chroma Meter, modelo CR-400 (B).

As determinações foram efetuadas numa sala escura para não ocorrer nenhuma interferência de cor e luz exterior ao sistema. As medições foram realizadas sempre nas mesmas condições para todos os cubos de bacalhau.

2.4.2 Análise Instrumental da Textura

As análises de textura foram obtidas utilizando um texturómetro modelo TA.XT.Plus (da Stable Micro Systems, UK), equipado com uma célula de carga de 30 kg. Foram realizados dois testes: o teste de Análise de Perfil de textura e o teste de corte, aplicando para o efeito dois acessórios diferentes: um prato de compressão para realizar o teste de Análise de Perfil de textura e uma lâmina para realizar o teste de corte. Antes de realizar cada um dos testes o texturómetro foi previamente calibrado com um peso padrão de 2 kg e no caso do teste de Análise de Perfil de Textura o aparelho foi também calibrado quanto à altura. As medições foram realizadas perpendicularmente ao eixo das fibras e os resultados foram registados e analisados através do *software Exponent 5.1.1.0*.

2.4.2.1 Análise de Perfil de Textura

O teste de Análise de Perfil de Textura (TPA) realizou-se de acordo com *Casas et al.* (2006), tendo sido adaptado de acordo com os resultados obtidos durante a otimização. Neste teste as amostras cortadas em cubos foram comprimidas duas vezes até 30% do seu tamanho original, com um prato de compressão de alumínio de 75 mm de diâmetro (P/75), com velocidade do pré-teste de 1,0 mm/s, teste 1,0 mm/s e pós-teste de 5,0 mm/s (Figura 39 a e b). Houve 5 s de tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A partir da curva de força vs tempo resultante, os seguintes parâmetros foram determinados: dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade.

O teste de Análise de Perfil de Textura foi determinado em vinte peixes de cada teste, realizando-se quatro repetições para cada amostra, sendo que entre cada troca de amostra, o prato de compressão e a base onde a amostra estava assente foram limpos e secos.

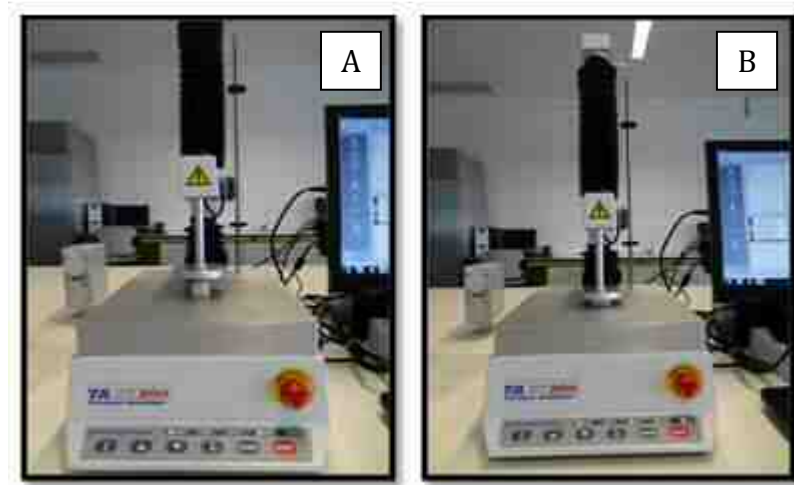


Figura 39 – Texturómetro a realizar um teste de Análise de Perfil de Textura em cubos de bacalhau submetidos a diferentes tempos de cura (A e B).

2.4.2.2 Teste de Corte

O teste de corte realizou-se de acordo com De Albuquerque *et al.* (2004), tendo sido adaptado de acordo com os resultados obtidos durante a otimização. Neste teste as amostras foram submetidas a uma força de corte utilizando o dispositivo Blade set (HDP/BS) e a plataforma HDP/90 (Figura 40A e B). A força máxima (N) necessária para cortar a amostra (altura do pico máximo) e a área de corte (N.s) foram determinadas a partir da curva obtida de força vs tempo. O analisador de textura foi executado a uma distância de 20 mm e a uma velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, teste 2,0 mm/s e pós-teste de 10 mm/s. A força de corte foi determinada em 20 peixes de cada teste, realizando-se quatro repetições para cada amostra. Entre cada troca de amostra, o dispositivo Blade set (HDP/BS) e a superfície da plataforma HDP/90 foram limpos e secos.

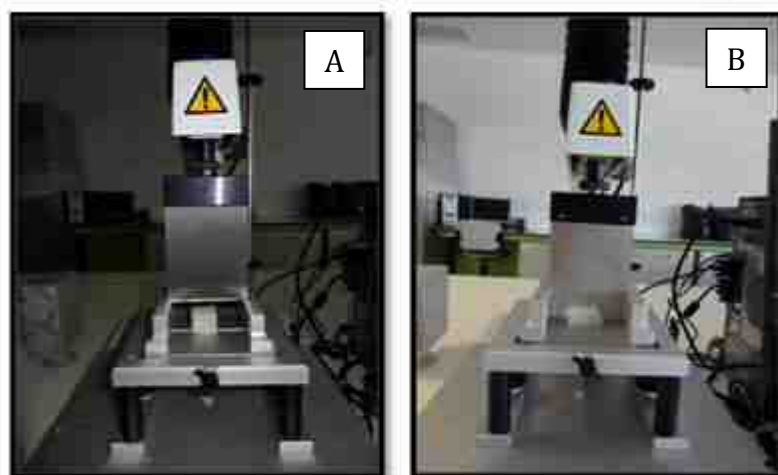


Figura 40 – Texturómetro a realizar um teste de corte em cubos de bacalhau submetidos a diferentes tempos de cura (A e B).

2.5 Análise Estatística

Após a realização de todas as determinações, recolha e organização dos dados procedeu-se à sua análise estatística através do programa estatístico IBM SPSS Statistics, versão 19. Todos os dados foram testados relativamente à homogeneidade das variâncias através do teste de Levene. Para comparação dos três grupos em estudo, e nos casos em que se verificou o pressuposto da homogeneidade das amostras, utilizou-se o método paramétrico de análise de variância (ANOVA). Sempre que foram detetadas diferenças estatisticamente significativas, realizam-se os testes de comparações múltiplas de Tukey. Nos casos em que não se cumpriu o pressuposto da homogeneidade das variâncias, a análise de dados foi realizada com recurso ao método não paramétrico de Kruskal-Wallis em conjunto com o método de comparações múltiplas. Todas as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de p -value $<0,05$.

3. Resultados e Discussão

Neste capítulo, proceder-se-á à apresentação, análise e discussão dos resultados obtidos, ao longo da realização do trabalho, relativo à caracterização de lombos de bacalhau demolhado ultracongelado da espécie *Gadus morhua*, produzidos com diferentes tempos de cura.

3.1 pH e a_w

Durante a realização de testes iniciais para a realização da determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da atividade da água (a_w), verificou-se uma constância nos valores obtidos não se justificando a determinação para todas as amostras. Assim, de um total de sessenta amostras foram selecionadas aleatoriamente apenas catorze amostras.

Os resultados obtidos para o pH e para o a_w do bacalhau submetido a diferentes tempos de cura encontram-se representados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores de pH e de a_w de lombos de bacalhau demolhado ultracongelado sujeitos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Parâmetros	Teste 1	n	Teste 2	n	Teste 3	n	Total	n
pH	6,31±0,16 ^a	10	6,31±0,17 ^a	12	6,31±0,11 ^a	6	6,31±0,15	28
a _w	0,93±0,00 ^a	10	0,93±0,00 ^a	12	0,93±0,00 ^a	6	0,93±0,00	28

Média±desvio padrão com letras sobrescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

O coeficiente de variação obtido quer para o pH, quer para o a_w , demonstram que estes valores podem ser considerados de referência para este tipo de produto.

Como se pode observar pela Tabela 9, os valores de pH não foram afetados significativamente ($p > 0,05$) pelos diferentes tempos de cura aplicados às amostras, apresentando exatamente a mesma média para os três testes realizados (6,31). O mesmo aconteceu relativamente ao a_w e, neste caso, o valor médio para os três tratamentos foi de 0,93.

Os resultados obtidos para o pH apresentam-se, em média, semelhantes aos encontrados por Lauritzsen *et al.* (2004). Segundo estes autores, bacalhau da espécie *Gadus morhua*, após a sua morte apresenta um o pH de 6,7, sendo que, após 28 dias de cura pelo sal, o pH desce para os 6,2.

Diante destes resultados, e de acordo com a classificação proposta por Martins e Piralta (1993), o bacalhau demolhado ultracongelado é classificado como um alimento alterável por apresentar um $a_w > 0,93$, tendo que ser refrigerado após descongelação.

3.2. ABVT

A determinação do ABVT visa a quantificação do conjunto do amoníaco e das aminas voláteis e é usada extensivamente como índice de qualidade do pescado no mercado internacional, sendo um bom indicador do estado de conservação dos produtos da pesca. Embora seja utilizado na avaliação da frescura dos produtos da pesca não transformados, foi utilizada neste estudo de forma a verificar se o produto final - bacalhau demolido ultracongelado- sujeito a processamento, apresentava um valor dentro do valor-limite estipulado pelo Regulamento (CE) n.º 2074/2005, de 5 de Dezembro, para produtos da pesca não transformados relativos às espécies que pertencem à família *Gadidae*, como é o caso do bacalhau da espécie *Gadus morhua*. Esta informação dá-nos a indicação do índice de frescura da matéria-prima no início do processo e do controlo efetuado relativamente à degradação da proteína durante o processo de transformação.

Tabela 10 – Valores de ABVT (em mg de azoto/100g de tecido muscular) de lombos de bacalhau demolido ultracongelado sujeitos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Parâmetro	Total	n
ABVT	6,68±1,60	26

A determinação do ABVT foi realizada de acordo com o método de *Conway*, referido no capítulo da metodologia. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 10, em miligramas de azoto por cada 100 gramas de amostra. Assim, observou-se que os valores de ABVT resultantes da referida análise aplicada a 13 amostras de bacalhau, escolhidas aleatoriamente, apresentaram um valor médio de 6,68±1,60 mg de azoto/100g de tecido muscular. Tal como para os parâmetros referidos anteriormente, não se justificou prosseguir a determinação para as restantes amostras, pois durante a sua realização verificou-se uma constância dos valores obtidos claramente abaixo dos valores limite. Desta forma, o valor médio obtido foi inferior ao estipulado como valor-limite para as espécies pertencentes à família *Gadidae* que é de 35 mg de azoto/100 g de tecido muscular. Conforme o apresentado, podemos constatar que a matéria-prima era fresca e o processo de transformação garantiu uma conservação adequada ao produto.

3.3 Composição Química

A composição química (humidade, cinza, proteína, gordura e cloretos) encontra-se descrita na Tabela 11.

Tabela 11 – Composição química (%) de lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Composição química (%)	Teste 1	n	Teste 2	n	Teste 3	n	Total	n
Humidade	78,78±0,82 ^a	40	79,55±0,95 ^b	40	78,73±1,03 ^a	40	79,02±1,00	120
Cinza	1,95±0,51 ^a	40	2,08±0,51 ^a	40	2,24±0,83 ^a	40	2,09±0,64	120
Proteína	18,66±0,91 ^a	40	17,87±1,17 ^b	40	18,39±0,79 ^a	40	18,31±1,02	120
Gordura	0,07±0,04 ^a	30	0,05±0,03 ^b	30	0,08±0,03 ^a	24	0,07±0,03	84
Cloretos	1,56±0,50 ^a	40	1,74±0,59 ^a	40	1,70±0,42 ^a	40	1,67±0,51	120

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Como podemos verificar, as amostras do Teste 1 submetidas a 27 dias de cura apresentaram um teor de humidade de $78,78 \pm 0,82\%$, as amostras do Teste 2 submetidas a 51 dias de cura apresentaram um teor de humidade de $79,55 \pm 0,95\%$, e por último, as amostras do Teste 3 submetidas a 86 dias de cura apresentaram um teor de humidade de $78,73 \pm 1,03\%$. Desta forma, as amostras submetidas ao teste 2 foram as que apresentaram o maior teor de humidade (Figura 41) e diferiram estatisticamente dos restantes testes. O teor de humidade superior apresentado pelas amostras relativas ao Teste 2 é difícil de explicar através dos parâmetros em controlo. Pensa-se que este aumento do teor de humidade possa ter sido provocado por alguma variável que não foi devidamente controlada no decorrer do processo de fabrico, nomeadamente na etapa de secagem, e não de uma alteração resultante do tratamento efetuado às amostras, pois se compararmos os valores obtidos para o Teste 1 com os obtidos para o Teste 3, verificamos que o aumento do tempo de cura dos 27 dias para os 86 dias não provocou diferenças significativas para este parâmetro.

Os valores de humidade apresentados são valores usuais para as espécies magras (Huss, 1995; Belitz *et al.*, 2004).

O bacalhau salgado seco, no final do processo de demolha, apresenta mais ou menos a mesma humidade que possuía em fresco, ou seja cerca de $80,73\%$. Por este motivo o processo é referido por diversos autores como reidratação, dando ênfase exatamente a esta noção de voltar a ter um teor de humidade semelhante ao original (Thórarinsdóttir *et al.*, 2002).

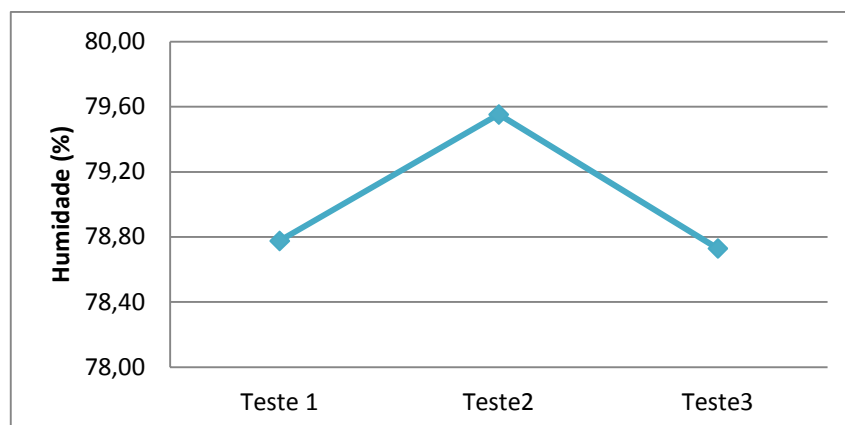


Figura 41 – Valores médios do teor de humidade (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolido ultracongelado.

A cinza, ou seja o resíduo mineral obtido por incineração da amostra, não foi afetado significativamente pelos tratamentos realizados como se pode observar na Tabela 11. Os valores médios para este parâmetro variaram de $1,95 \pm 0,51\%$ (Teste 1) a $2,24 \pm 0,83\%$ (Teste 3). O valor médio total dos três testes foi de $2,09 \pm 0,64\%$ e encontra-se um pouco abaixo do sugerido em outros trabalhos realizados por Gonçalves (2011) (2,81%) e pelo INSA (2007) (3,40%).

Comparativamente com o bacalhau fresco que apresenta um teor em cinza de 1,40% (INSA, 2007), o bacalhau em estudo apresenta um teor em cinza superior e está relacionado com a incorporação do cloreto de sódio no processo de cura.

Da análise do teor de proteína podemos verificar que as amostras relativas ao Teste 1 apresentaram um teor de proteína de $18,66 \pm 0,91\%$, as amostras do Teste 2 apresentaram um teor de proteína de $17,87 \pm 1,17\%$, e por fim, as amostras do Teste 3 apresentaram um teor de proteína de $18,39 \pm 0,79\%$. Assim, as amostras submetidas ao Teste 2 foram as que apresentaram o menor teor de proteína e diferiram estatisticamente dos restantes testes (Figura 42). Este facto encontra-se com certeza associado à variação já referida, da humidade no Teste 2.

No geral, em muitas espécies de peixes, o teor de proteína e gordura está inversamente relacionado com o teor em água (Huss, 1995; Nunes *et al.*, 2006). Foi exatamente o que aconteceu neste estudo, como as amostras relativas ao Teste 2 foram as que apresentaram maior teor de humidade, já era espectável, que fossem as que iam apresentar menor teor de proteína.

Desta forma, é importante ficar evidente que as diferenças estatísticas encontradas para o Teste 2, resultam da questão da humidade já discutida anteriormente e não como resultado do tratamento aplicado no processo de cura.

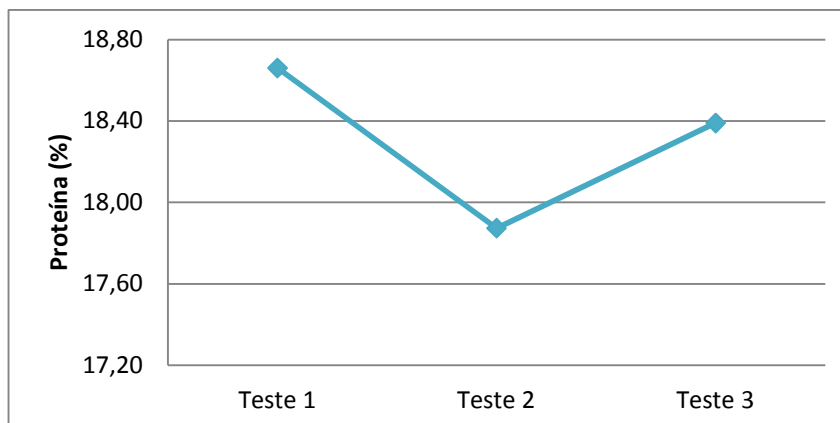


Figura 42 – Valores médios do teor de proteína (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado.

O valor médio total do teor de proteína neste estudo foi de $18,31 \pm 1,02\%$ e está de acordo com os valores obtidos por outros autores (INSA, 2007) para bacalhau demolhado (19%), contudo, é inferior ao encontrado no estudo de Gonçalves (2011) para a mesma espécie, que foi de 22,4%.

Quanto ao teor de gordura e atendendo aos resultados referidos na Tabela 10, podemos constatar que o valor médio de gordura para o bacalhau sujeito aos Teste 1, 2 e 3 foi de respetivamente, $0,07 \pm 0,04\%$, $0,05 \pm 0,03\%$ e $0,08 \pm 0,03\%$. Desta forma, as amostras submetidas ao Teste 2 foram as que apresentaram o menor teor de gordura e diferiram estatisticamente do Teste 1 e do Teste 3 (Figura 43). A leitura que fazemos deste resultado é idêntica à do caso da proteína.

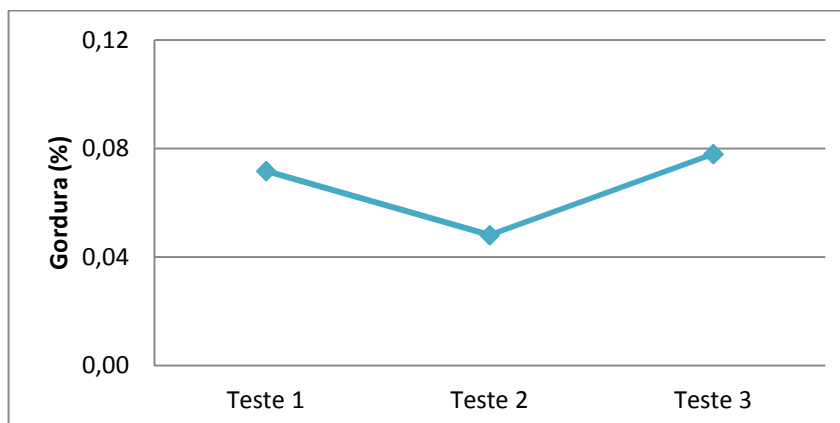


Figura 43 – Valores médios do teor de gordura (%) resultantes dos testes de cura em sal realizados aos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado.

O teor total de gordura obtido dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado sujeitos aos três testes realizados foi de $0,07 \pm 0,03\%$ e foi um resultado bastante inferior aos referidos na literatura (Bandarra *et al.*, 2004; INSA, 2007; Gonçalves, 2011). No sentido de esclarecer esta situação foram realizados testes comparativos no laboratório de físico-química do CATAA. Para o efeito, selecionou-se uma amostra que apresentava um baixo teor de gordura (0,07%) e seguiu-se o protocolo proposto pelo equipamento existente no CATAA, que apresenta alterações comparativamente ao protocolo realizado anteriormente. No

CATAA aplica-se um tempo de extração superior e utilizou-se a amostra liofilizada em vez de seca. Neste ensaio utilizou-se o equipamento Soxtec 2055 da FOSS.

Os resultados da amostra e do duplicado deram o valor médio de 0,19% de teor de gordura, resultado este, muito superior ao obtido anteriormente, no entanto, ainda assim, um pouco inferior ao encontrado na literatura. Embora se aceite que os valores obtidos na ESACB, sejam inferiores aos referidos por outros autores, o erro encontrado seria sistemático, e não evidência grandes alterações para além das já detetadas e atribuídas ao valor de humidade e não induzidas pelo tempo de cura. Será importante avaliar através de ensaios inter-laboratiais as condições do equipamento da ESACB, pois o protocolo foi escrupulosamente seguido.

Consideramos que mesmo que repetíssemos o parâmetro gordura para todas as amostras no CATAA, o valor continuaria a ser manifestamente baixo comparando com os outros autores mas manter-se-ia em termos da classificação proposta por Lidon e Silvestre (2007), como magro, pois apresenta um teor de gordura <2%.

No presente trabalho, o teor de cloretos encontrado nas amostras variou de $1,56 \pm 0,50\%$ (Teste 1) a $1,74 \pm 0,59\%$ (Teste 2). A análise estatística efetuada sobre os dados revela que o tempo de cura não alterou de forma significativa este parâmetro. A média dos três testes situou-se nos $1,67 \pm 0,51\%$ e foi mais baixa comparativamente ao encontrado no estudo realizado por Gonçalves (2011) que foi de 2,4%, contudo, os valores apresentados encontram-se acima dos valores indicados por Thórarinsdóttir *et al.* (2002), que foram na ordem dos 0,84%. As diferenças podem ser explicadas pelo tempo utilizado no processo de demolha, no estudo de Gonçalves o tempo utilizado foi de 24 horas, tempo usualmente utilizado pelos consumidores nas suas casas, no presente estudo foi de 80 horas, processo realizado pela indústria, e no estudo de Thórarinsdóttir *et al.* (2002) foi de 110 horas (tempo manifestamente superior).

A observação dos resultados leva-nos a acreditar que não se obteve diferenças significativas entre tratamentos, devido à falta de homogeneidade das amostras. Verificamos coeficientes de variação consideravelmente elevados, nomeadamente superiores a 30% para o Teste 1 e 2. O recurso a um titulador automático em alternativa ao processo manual poderia contribuir para a melhoria dos resultados em termos de homogeneidade, pois temos algumas indicações de que a % de cloretos aumente com o tempo de cura.

3.4 Avaliação Instrumental da Cor

No caso do bacalhau salgado seco, a sua qualidade tal como o seu valor comercial podem ser avaliados através da sua cor. Em Portugal os consumidores valorizam sobretudo, o bacalhau de cura amarela e o bacalhau de cura tradicional portuguesa, que são produtos caracterizados por apresentarem diferenças ao nível da cor (produtos com uma coloração mais amarelada), relativamente aos demais produtos produzidos pela indústria portuguesa. Processos de cura e salga distintos implicam diferenças na cor do produto final (Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de Janeiro; Despacho n.º 6006/2011, de 6 de Abril).

Com a avaliação instrumental da cor realizada neste trabalho, pretendeu-se verificar se relativamente ao bacalhau demolhado ultracongelado, os diferentes tempos de cura aplicados conduziram a diferenças detetáveis para os parâmetros de cor determinados.

Na Tabela 12 apresentam-se os valores médios das coordenadas L*,a* e b*, assim como o valor do C* e h°, para as amostras analisadas em bacalhau sujeito a um tempo total de cura de 27 dias (Teste 1), 51 dias (Teste 2) e 86 dias (Teste 3).

Tabela 12 – Resultados da medição da cor dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Cor	Teste 1	n	Teste 2	n	Teste 3	n	Total	n
L*	61,03±4,36 ^a	80	61,74±4,37 ^a	80	61,45±3,43 ^a	80	61,40±4,07	240
a*	-3,94±0,51 ^a	80	-4,05±0,52 ^a	80	-4,03±0,49 ^a	80	-4,01±0,51	240
b*	-2,30±2,72 ^a	80	-1,91±2,91 ^a	80	-2,13±3,09 ^a	80	-2,12±2,90	240
C*	5,19±1,18 ^a	80	5,24±1,11 ^a	80	5,38±1,23 ^a	80	5,27±1,17	240
h°	205,13±29,49 ^a	80	201,95±30,19 ^a	80	203,78±31,56 ^a	80	203,62±30,32	240

Média ± desvio padrão com letras sobrescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Na determinação da cor, o parâmetro L* indica a luminosidade e refere-se à capacidade do objeto refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Quanto maior o valor de L*, mais claro é o objeto. Para este parâmetro, os valores de todos os testes encontram-se na gama do branco. As amostras relativas ao Teste 2 apresentaram o maior valor de L* (61,74 ± 4,37), enquanto as amostras referentes ao Teste 1 apresentaram o menor valor de L* (61,03 ± 4,36). No entanto, o teste estatístico efetuado demonstrou que o parâmetro L* não sofreu alteração significativa ($p > 0,05$) a nível dos diferentes testes realizados.

O parâmetro a* da cor refere-se à contribuição das cores verde (-) /vermelho (+). Os valores obtidos para este parâmetro para ambos os testes realizados encontram-se mais próximos da gama dos verdes, variando entre -4,05 ± 0,52 (Teste 2) e -3,94 ± 0,51 (Teste 1). Todas as amostras apresentaram resultados idênticos, não se verificando diferenças significativas ($p > 0,05$) para os 3 testes aplicados.

O parâmetro b* da cor reporta-se à contribuição das cores azul (-) /amarelo (+). As amostras resultantes do Teste 2 apresentaram o valor mais elevado (-1,91 ± 2,91) para este parâmetro, tendo as amostras do Teste 1 apresentado o menor valor do parâmetro b (-2,30 ± 2,72). Todos os grupos experimentais apresentaram valores na gama dos azuis.

De acordo com Branco (2006) a coordenada de cromaticidade a*, à semelhança da coordenada de cromaticidade b*, para cores neutras (brancas), aproximam-se de zero, tal como no presente estudo.

Em relação ao croma (C*), este traduz a saturação da cor, sendo a tonalidade tanto mais definida quanto maior for o croma e tanto mais acinzentada quanto menor for o croma, constatou-se que as amostras do Teste 3 apresentaram a maior intensidade (5,38 ± 1,23) e que as amostras do Teste 1 apresentaram a menor intensidade.

Por fim, e em relação ao hue (h°), posição relativa da cor entre vermelho e o amarelo, o Teste 1 apresentou maior intensidade de amarelo (205,13 ± 29,49), tendo sido verificado o valor mais baixo no Teste 2 (201,95 ± 39,19).

Através dos valores obtidos referidos na Tabela 12, verifica-se que o aumento do tempo de cura não conduziu a diferenças significativas relativos aos diferentes parâmetros de cor determinados, portanto de uma maneira geral, o aumento do tempo de cura não influenciou a cor do produto.

Não foram encontrados na literatura dados da análise instrumental da cor aplicada a bacalhau submetido a diferentes tempos de cura em sal para serem comparados com os resultados obtidos neste estudo. No entanto, tendo em conta os valores médios relativos aos três testes realizados, para cada parâmetro determinado, verifica-se que estes foram ligeiramente diferentes aos encontrados por Gonçalves (2011), que foram respetivamente de 76,41 (L^*), 0,05 (a^*), 15,73 (b^*), 15,74 (C^*) e 70,92 (h°). Este autor refere ainda no mesmo estudo, que o bacalhau demolido, comparativamente ao bacalhau salgado seco, apresenta diferenças significativas relativas ao parâmetro L^* e h° derivadas do processo de demolha, tendo este procedimento provocado um escurecimento das amostras estudadas.

3.5 Avaliação Instrumental da Textura

No bacalhau salgado seco, bem como, no bacalhau demolido ultracongelado, os atributos de textura desempenham um papel relevante nas decisões de compra e consumo destes produtos por parte dos consumidores, pois conferem-lhes características ímpares que tradicionalmente os caracterizam.

O bacalhau de cura tradicional portuguesa é sujeito a um período mínimo de 150 dias de maturação e, quando comparado com o produto comum no mercado, sujeito normalmente a um tempo de cura menor, cerca de 28 dias, apresenta lascas mais evidentes e com maior separação (AIB, 2010).

Desta forma, pretendeu-se verificar com a avaliação instrumental da textura, se relativamente ao bacalhau demolido ultracongelado, os diferentes tempos de cura aplicados conduziram a diferenças detetáveis para os parâmetros de textura determinados.

3.5.1 Teste de Análise de Perfil de Textura (TPA)

No caso em estudo, o gráfico de força vs tempo resultante do Teste de Análise de Perfil de Textura (TPA) apresentou o perfil de curva representado na Figura 44.

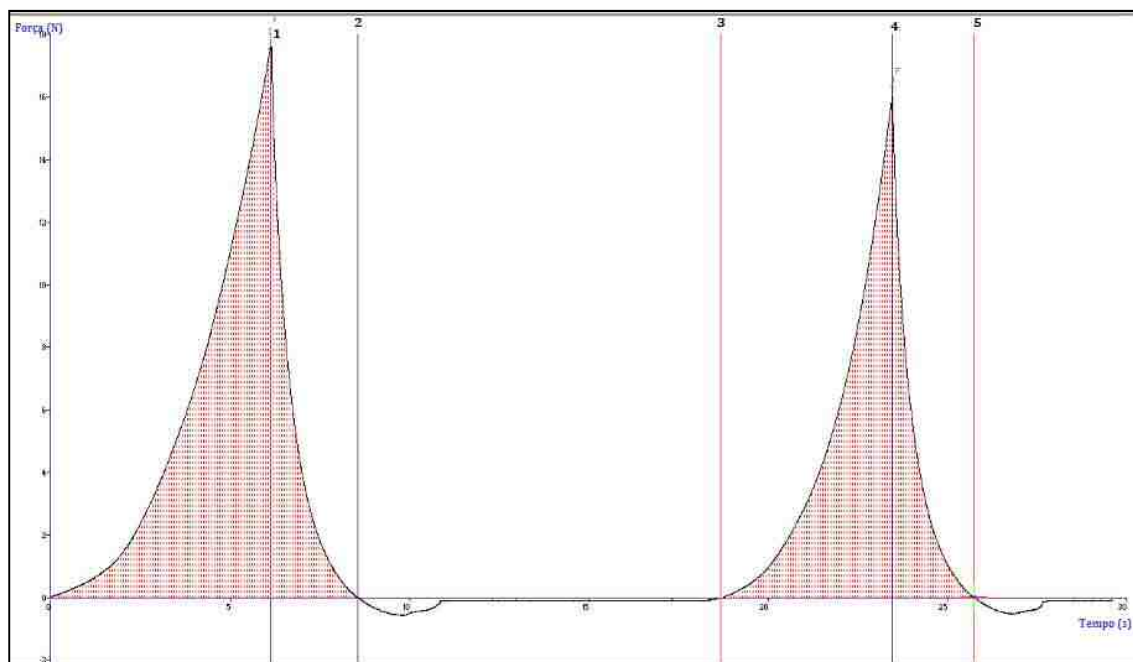


Figura 44 – Perfil de curva obtido do Teste de Análise de Perfil de Textura aplicado às amostras analisadas.

Os resultados dos parâmetros de textura relativos ao bacalhau submetido a diferentes tempos de cura em sal, obtidos a partir do teste de perfil de textura (TPA), encontram-se representados na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores dos parâmetros físicos obtidos nos ensaios de textura resultantes do teste TPA realizados aos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Parâmetros de Textura	Teste 1	n	Teste 2	n	Teste 3	n
Dureza (N)	15,39±5,48 ^b	83	10,30±3,73 ^a	82	10,98±4,27 ^a	89
Adesividade (g.s)	-1,40±0,43 ^a	83	-1,29±0,43 ^a	82	-1,10±0,44 ^b	89
Elasticidade	0,72±0,07 ^a	83	0,73±0,10 ^a	82	0,72±0,07 ^a	89
Coesividade	0,62±0,07 ^a	83	0,63±0,05 ^a	82	0,64±0,06 ^a	89
Gomosidade (N)	9,55±3,72 ^b	83	6,51±2,32 ^a	82	6,95±2,75 ^a	89
Mastigabilidade (N.s)	6,94±2,99 ^b	83	4,75±1,66 ^a	82	5,08±2,26 ^a	89

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

A Tabela 13 e a Figura 45 apresentam os valores relativos ao parâmetro de dureza obtidos para os diferentes testes realizados. Neste parâmetro verifica-se a existência de diferenças significativas entre testes e é claramente visível que o Teste 1 ($15,39 \pm 5,48$ N) apresenta um valor médio mais elevado de dureza. Deste forma as amostras resultantes do Teste 1 caracterizam-se por serem mais firmes, o que permite inferir que ao nível sensorial é necessário uma força de intensidade maior para comprimir o bacalhau resultante deste teste

na boca entre os molares comparativamente aos restantes testes, apresentando esses, valores significativamente mais baixos relativamente a este parâmetro. Deste modo, o aumento do tempo de cura conduziu a uma redução do valor da dureza.

Não foi encontrada bibliografia que venha corroborar esta observação, no entanto no caderno de especificações do bacalhau de cura tradicional portuguesa (AIB, 2010) este facto é considerado, pois obriga a um tempo de cura mínimo de 150 dias, como garantia de se obter um produto de maior qualidade em termos de formação de lascas e de outros parâmetros organoléticos considerados pelos consumidores. O resultado obtido em termos da dureza poderá estar intimamente ligado à questão da formação das lascas, pois lascas bem formadas são oposto de bacalhau fibroso e provavelmente mais agregado, manifestando-se em ensaio como mais duros. O mesmo documento refere ainda que o bacalhau de cura tradicional portuguesa, quando cozinhado, apresenta-se mais consistente, com uma textura mais homogénea, succulenta e tenra do que o produto comum e as lascas separam-se com maior facilidade, mantendo-se íntegras (AIB, 2010).

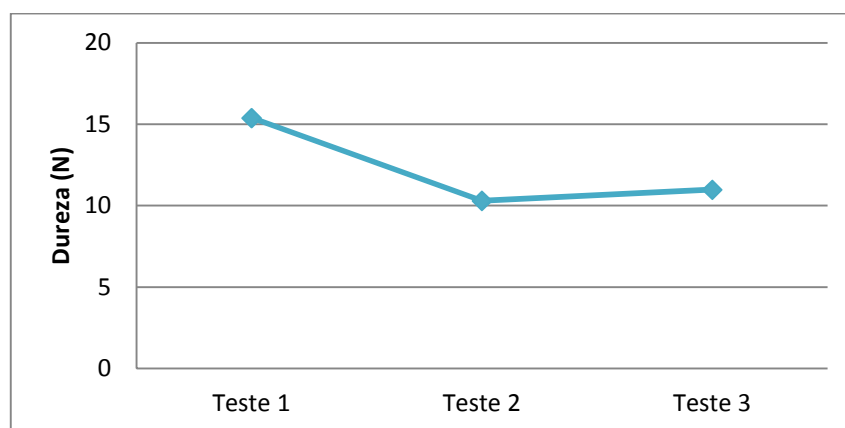


Figura 45 – Gráfico da dureza obtido dos lombos de bacalhau demolido ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Na Figura 46 estão apresentados os valores relativos ao parâmetro de adesividade obtidos para os diferentes testes realizados. As amostras relativas ao Teste 3 apresentaram um valor (em módulo) de adesividade superior ($-1,10 \pm 0,44$ g.s) e diferiram estatisticamente dos restantes testes, sendo portanto necessário realizar mais trabalho para separar a sonda de compressão da respetiva amostra. Ao nível sensorial para estas amostras é necessário uma intensidade de força maior para remover a amostra que adere à boca (palato) durante o processo normal de comer. Assim constatou-se que o tempo de cura teve influência no parâmetro de adesividade, ou seja, o aumento do tempo de cura levou a um aumento do valor da adesividade. Os valores mais baixos (em módulo) para este parâmetro foram obtidos para o Teste 1 ($-1,40 \pm 0,43$ g.s). Ainda assim, verifica-se que a adesividade do bacalhau é praticamente nula.

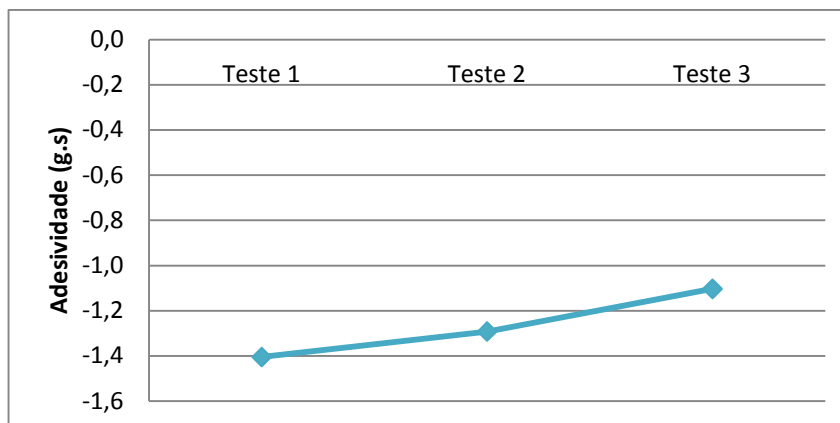


Figura 46 – Gráfico da adesividade obtido dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Na Figura 47 estão apresentados os valores relativos ao parâmetro de coesividade (extensão a que a amostra pode ser deformada antes da rutura) e de elasticidade (capacidade da amostra recuperar a forma quando as tensões deformantes são retiradas) obtidos para os diferentes testes realizados. No que respeita a estes atributos de textura, todos os testes realizados apresentaram aproximadamente o mesmo valor, não tendo havido diferenças significativas entre testes para ambos os parâmetros. Desta forma, o aumento do tempo de cura não influenciou os referidos parâmetros.

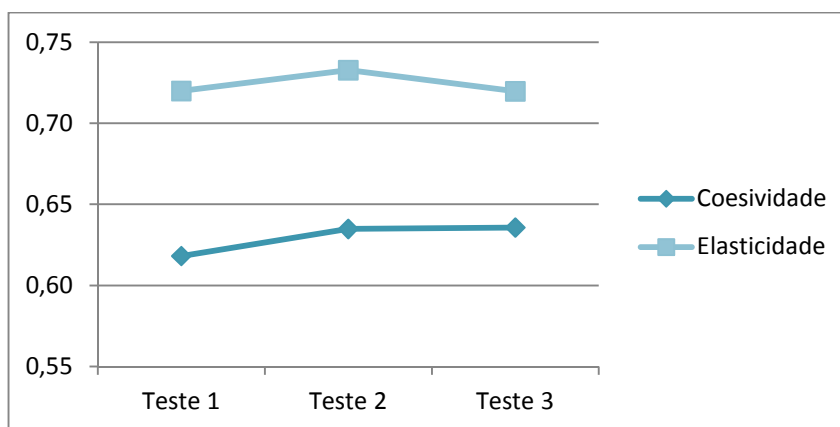


Figura 47 – Gráfico da coesividade e da elasticidade obtidos dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Na Figura 48 estão apresentados os valores relativos ao parâmetro de mastigabilidade obtidos para os diferentes testes realizados. No que diz respeito à força exercida para mastigar o bacalhau, constatou-se que o teste com o valor mais elevado foi o Teste 1 ($6,94 \pm 2,99$ N.s) diferindo estatisticamente dos restantes, o que indica portanto que seria neste bacalhau onde seria necessário fornecer mais energia para mastigar o bacalhau até à deglutição. Os restantes testes obtiveram valores mais baixos, mas aproximados entre si. Este parâmetro apresenta alta correlação positiva com a dureza (Silva *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2010). Assim, de modo semelhante ao observado para a dureza, verificou-se que o aumento do tempo de cura conduziu a um menor valor de mastigabilidade.

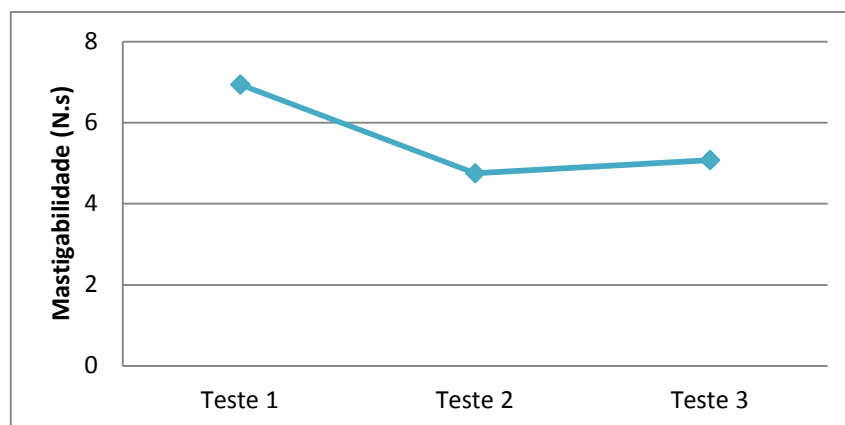


Figura 48 – Gráfico da mastigabilidade obtido dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Na Figura 49 mostram-se os valores relativos ao parâmetro de gomosidade obtidos para os diferentes testes realizados. Quanto à energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para a deglutição, verificou-se que o teste com o valor mais elevado foi o Teste 1 ($9,55 \pm 3,72$ N), diferindo estatisticamente dos restantes testes, o que indica tal como para o parâmetro da mastigabilidade, que seria neste bacalhau onde seria necessário fornecer mais energia. Os restantes teste obtiveram valores mais baixos e próximos entre si. Conforme ao observado tanto para a dureza como para a mastigabilidade, o aumento do tempo de cura levou a uma diminuição do valor de gomosidade.

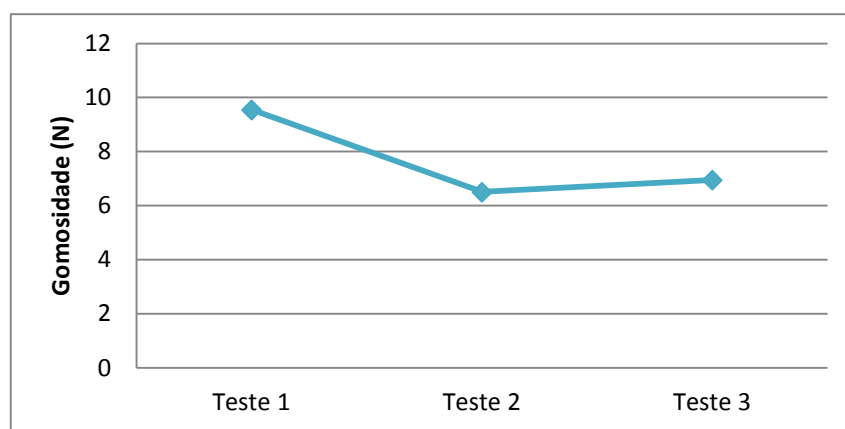


Figura 49 – Gráfico da gomosidade obtido dos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

3.5.2 Teste de Corte

No caso em estudo, o gráfico de força vs tempo resultante do Teste de corte apresentou o perfil de curva representado na Figura 50.

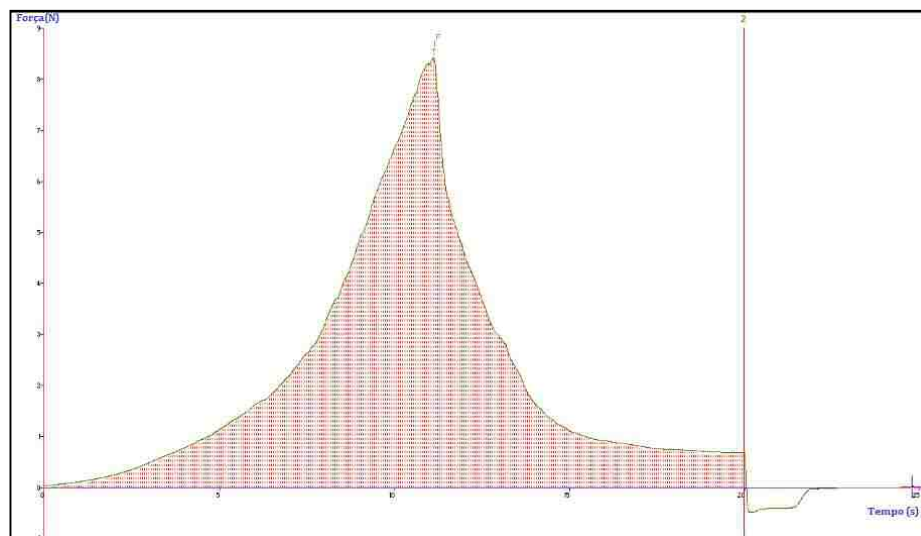


Figura 50 – Perfil de curva obtido do teste de corte para as amostras analisadas.

Os resultados da textura resultantes do teste de corte realizado ao bacalhau submetido a diferentes tempos de cura em sal estão presentes na Tabela 14.

Tabela 14 – Valores dos parâmetros físicos obtidos nos ensaios de textura resultantes do teste de corte realizados aos lombos de bacalhau demolhado ultracongelado submetidos a diferentes testes de tempo de cura em sal.

Parâmetros	Teste 1	n	Teste 2	n	Teste 3	n
Fmáx (N)	51,59±36,35 ^b	84	42,23±23,53 ^a	94	42,39±22,01 ^a	92
Área (N.s)	339,37±176,07 ^b	84	278,19±140,99 ^a	94	283,97±130,68 ^a	92

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Como se pode observar pela Tabela 14, tanto para o parâmetro da força máxima como o parâmetro da Área, a comparação estatística entre médias de todas as amostras, revelou diferenças estatísticas, sendo o Teste 1 o que apresentou o maior valor de força máxima ($51,59 \pm 36,35$ N) e a maior área de corte ($339,37 \pm 176,07$ N.s), diferindo estatisticamente dos restantes testes. Os parâmetros de força máxima e da área de corte diminuíram com o aumento do tempo de cura.

Tal como referido para os parâmetros abordados anteriormente, também não foram encontrados na literatura dados da análise instrumental de textura aplicada a bacalhau submetido a diferentes tempos de cura em sal para serem comparados com os resultados obtidos neste estudo.

Os resultados obtidos para o corte vêm no mesmo sentido dos já obtidos para o teste de TPA, ou seja, o aumento do tempo de cura contribuiu para diminuir a resistência ao corte.

4. Considerações Finais

A produção e o consumo do bacalhau demolhado ultracongelado têm aumentado nos últimos anos. No entanto, o processo produtivo deste produto é realizado particularmente de forma empírica, não havendo muitos estudos científicos realizados sobre as mais diversas etapas para a sua produção, nem estudos relativos às características e composição química do produto final. Por essa razão, o conhecimento da sua composição química, cor e características texturais assume grande interesse e pertinência.

Apesar da intensa procura na literatura por artigos que tratem o assunto sobre a caracterização de bacalhau produzido com diferentes tempos de cura, nenhum trabalho foi encontrado. Aparentemente, até ao momento, não houve nenhum estudo realizado nesta área. Os técnicos do IPIMAR atual Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) corroboraram esta observação.

Os resultados apresentados no âmbito deste trabalho, de uma forma genérica, atestam a qualidade nutricional deste alimento, essencialmente por ser um alimento rico em proteínas e ter um baixo teor de gordura.

Os dados resultantes deste trabalho revelaram que o aumento do tempo de cura na produção do bacalhau demolhado ultracongelado não influenciou significativamente a composição química do bacalhau analisado. As diferenças significativas apresentadas para as amostras com 51 dias de cura (Teste 2) relativamente ao teor de humidade, proteína e gordura deveram-se a alguma variável que não foi monitorizada adequadamente. Consideramos que tenha ocorrido algum problema na etapa da secagem, provavelmente devido à posição do carro de estrados no túnel que interferiu no processo de secagem. A testagem de homogeneidade da câmara em termos de temperatura, humidade e velocidade do ar deverá em futuros estudos ser desenvolvida.

Desta forma, do ponto de vista da indústria, se o objetivo é apenas produzir um produto mais económico, não compensa aumentar o tempo de cura se se tiver em conta apenas a composição química do produto, pois os resultados obtidos neste trabalho mostraram que produzir um bacalhau com 27 dias de cura é quimicamente semelhante a produzir-se um com 86 dias de cura.

O mesmo aconteceu relativamente aos resultados apresentados para os parâmetros da cor analisados, não existindo diferenças significativas decorrentes do aumento do tempo de cura para este parâmetro. A literatura refere alterações de cor em bacalhau salgado seco, que neste caso após a demolha não se evidencia.

Se por outro lado, o objetivo da indústria é apostar na produção de um produto final – bacalhau demolhado ultracongelado com qualidade superior ao nível das características organoléticas/texturais e bastante mais valorizado pelo consumidor final, aí sim, vale de facto a pena investir num produto com maior tempo de cura.

Os resultados obtidos do teste da Análise de Perfil de Textura mostraram que efetivamente existem diferenças significativas em termos de parâmetros texturais, nomeadamente, da dureza, mastigabilidade e gomosidade. Constatou-se que o Teste 1 com 27 dias de cura foi o que apresentou os valores mais elevados para os parâmetros referidos anteriormente, tendo diferido estatisticamente dos restantes testes (Teste 2 e Teste 3). O

mesmo foi observado relativamente aos testes de corte realizados, tendo os parâmetros da força máxima e da área de corte apresentado diferenças significativas para o Teste 1.

A formação de lascas de bacalhau melhor definidas, com o aumento do tempo de cura referido pela bibliografia, aparece expresso nos resultados de TPA e de corte através de uma redução da dureza e de resistência ao corte.

No entanto, o estudo realizado não evidência de forma clara uma maior valia em aumentar o tempo de cura de 51 dias (Teste 2) para 86 dias (Teste 3). Contudo, este conhecimento será determinante para o processo industrial devido aos custos decorrentes do aumento da cura em 35 dias.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, são sugeridos alguns temas de trabalhos a serem realizados futuramente:

Análise de microscopia para melhor compreensão da influência do tempo de cura nas características texturais do bacalhau;

Realização de análise sensorial do bacalhau submetido a diferentes tempos de cura por um painel provador treinado para comparação com os dados obtidos com a avaliação instrumental da cor e da textura. Seria ainda pertinente incluir na análise sensorial a avaliação de atributos como o aroma e o sabor.

Ensaio de tempo de cura, para definição de um tempo ótimo em termos de avaliação custo da operação de cura, para obtenção de resultados de redução da dureza significativos relativamente à cura comum de 28 dias.

Vários são os caminhos que podem ser seguidos para dar origem a novos projetos no âmbito dos resultados de diferentes tempos de cura. A existência de mais estudos e mais investigação permite contribuir para um maior conhecimento deste produto tão apreciado pelos portugueses e sobre o qual escasseia informação sobre a temática escolhida.

5. Referências Bibliográficas

Afonso, C.I.M. (2009). Produtos da pesca capturados na costa portuguesa: benefícios e perigos associados ao seu consumo. Dissertação de doutoramento em farmácia (Bromatologia). Faculdade de Farmácia - Universidade de Lisboa, Lisboa.

AIB. (2010). Caderno de especificações e obrigações do produto bacalhau de cura tradicional portuguesa. Associação dos industriais do bacalhau.

Alvarenga, N. (2000). Estudos em textura de Queijo Serpa. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Andrés, A., Rodríguez-Barona, S., Barat, J.M. e Fito, P. (2005). Salted cod manufacturing: influence of salting procedure on process yield and product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 69: 467-471.

Arantes de Carvalho, G.G. (2012). Salga e dessalga de peixes: Aspectos químicos, físicos e efeito antioxidante do extrato aquoso de manjerição (*Ocimum basilicum*). Pós graduação. Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo. Brasil.

Aussanasuwannakul, A., Kenney, P.B., Weber, G.M., Yao, J., Slider, S.D., Manor, M.L. e Salem, M. (2011). Effect of sexual maturation on growth, fillet composition, and texture of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on a high nutritional plane. *Aquaculture*, 317: 79-88.

Badii, F. e Howell, N.K. (2002). Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage. *Food Hydrocolloids*, 16: 313-319.

Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L. e Empís, J.M. (2001). Seasonal variation in the chemical composition of the horse-mackerel (*Trachurus trachurus*). *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 535-539.

Bandarra, N.M., Calhau, M.A., Oliveira, L., Ramos, M., Dias, M.G., Bártole, H., Faria, M.R, Fonseca, M.C., Gonçalves, J., Batista, I. e Nunes, M.L. (2004). Composição e valor nutricional dos produtos da pesca mais consumidos em Portugal. Publicações Avulsas do IPIMAR. Lisboa. 103 p.

Barat, J.M., Gallart-Jornet, L., Andrés, A., Akse, L., Carlehög, M. e Skjerdal, O.T. (2006). Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering*, 73: 9-19.

Barat, J.M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A. e Fito, P. (2003). Cod salting manufacturing analysis. *Food Research International*, 36: 447-453.

Barat, J.M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A. e Visquert, M. (2004). Mass transfer analysis during the cod desalting process. *Food Research International*, 37: 203-208.

Belitz, H.D., Grosch, W. e Schieberle, P. (2004). Food Chemistry. Berlin: Springer-Verlag. 1070 p.

Belitz, H.D., Grosch, W. e Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. 4th revised and extended Edition. Berlin: Springer-Verlag.

Bjørkevold, I., Olsen, R.L. e Skjerdal, O.T. (2003). Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in sterile rehydrated salt-cured and dried salt-cured cod (*Gadus morhua*). *International Journal Food Microbiology*, 84: 175-87.

Bourne, M.C. (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. In Principles of Objective Texture Measurement. Second Edition. New York: Academic Press. ISBN: 0-12-119062-5. 427 p.

Branco, E.P. (2006). Estudo comparativo da cor dental, in vivo, entre clareamentos sem aceleração, acelerado por led e por laser, com análise dos resultados imediatos e a longo prazo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) - Universidade de São Paulo. 68 p.

Budenheim. 2010. Glases IQF: tratamento de glaseo. Información técnica. Espanha.

Cardoso, C., Mendes, R. e Nunes, M.L. (2008). Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 43: 276-283.

Casas, C., Martinez, O., Guillen, M.D., Pin, C. e Salmeron, J. (2006). Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo solar*) at three points along the fillet, determined by different methods. *Food Control*, 17: 511-515.

Chaveiro, N.R.E. (2012). Bioacessibilidade de ácidos gordos em salmão e corvina de aquacultura. Dissertação de mestrado em Engenharia alimentar: Processamento de alimentos. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Chiralt, A., Fito, P. e Barat, J.M. (2001). Use of vacuum impregnation in food salting process. *Journal of Food Engineering*, 49: 141-151.

Craveiro, F.M.R. (2009). Projecto de uma unidade de Transformação de Pescado num Navio Congelador. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa.

Cunha. T.P., Herédia, M. e Saldanha, F. (2012). Blue Growth for Portugal: Uma visão empresarial da economia do mar. COTEC Portugal. 368 p.

De Albuquerque, W.F., Zapata, J.F.F. e Almeida, R.S. (2004). Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agronómica*, 35: 264-271.

DECRETO-LEI nº 25/2005. *D.R. I Série A*. 20 (28-01-2005) 696-703.

DECRETO-LEI nº 306/2007. *D.R. I Série*. 164 (27-08-2007) 5747-5765.

DECRETO-LEI nº 251/1991. *D.R. I Série A*. 161 (16-07-1991) 3625-3627.

DECRETO-LEI nº 37/2004. *D.R. I Série A*. 48 (26-02-2004) 1006-1009.

DESPACHO nº 6006/2011. *D.R. II Série*. 68 (06-04-2011) 15895-15896.

DGPA. (2007^a). Plano estratégico nacional para a pesca 2007-2013. MADRP – Direção Geral das Pescas e Aquicultura. 82 p.

DGPA. (2007^b). Programa operacional pesca 2007-2013. MADRP –Direção Geral das Pescas e Aquicultura, 107 p.

Di Luccia, A., Alviti, G., Lamacchia, C., Faccia, M., Gambacorta, G., Liuzzi, V. e Spagna Musso, S. (2005). Effects of the hydration process on water-soluble proteins of preserved cod products. *Food Chemistry*, 93: 385-393.

Dias, A. H. (2008). Optimização da secagem de produtos Agro-alimentares. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade de Aveiro. Aveiro.

Dias, M.A. (2007). Congelação de alimentos em restaurantes. Alicontrol-Tecnologia e controlo de Alimentos, Lda. *Segurança e Qualidade Alimentar*, 2:40-41.

ERTCP. (2011). Bacalhau. Iguarias do Centro. Turismo Centro de Portugal.

FAO. (2010). Species Fact Sheets. *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries and Aquaculture Department. Acedido em Novembro de 2012. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/species/2218/en>.

Fernández-Segovia, I., Escriche, I., Fuentes, A. e Serra, J.A. (2007). Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (*Gadus morhua*) preserved by combined methods. *Intl Food Microbiol*, 116: 64-72.

Fernández-Segovia, I., Escriche, I., Gómez-Sintes, M., Fuentes, A. e Serra, J.A. (2006). Influence of different preservation treatments on the volatile fraction of desalt cod. *Food Chemistry*, 98; 473-482.

Fernando, M.A., Bernardo, H., Mariana, L. e Martins. (1997). O Pescado na Alimentação Portuguesa. (2ª edição). Lisboa: Instituto Nacional de Formação Turística. 185 p.

Ferraz de Arruda, L., Martins, P.E., Silva, A.F., Moraes, J.E.R, Vaz-Pires, P., Ozório, R.O.A e Oetterer, M. (2011). O setor pesqueiro em Portugal – Relato de caso. *Bol. Inst. Pesca*, 37 (2): 199-207.

Ferreira, M.W., Silva, V.K., Bressan, M.C., Faria, P.B., Vieira, J.O. e Oda, S.H.I. (2002). Pescados processados: maior vida-de-prateleira e maior valor agregado. Boletim de extensão rural. Universidade Federal de Lavras. Brasil.

Fidalgo, L.G. (2011). Efeito da alta pressão em demolha de bacalhau e enzimas de cavala. Dissertação de mestrado em Bioquímica do Ramo Alimentar. Universidade de Aveiro. Aveiro.

Freitas, A.C. e Figueiredo, P. (2000). Conservação de alimentos. Livro de apoio à cadeira de conservação de alimentos. Lisboa. 203 p

Gallart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I. e Fito, P. (2007). A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Engineering*, 79: 261-270.

Gaspar, C. e Sousa, I. (1998). Instrumento de medida objetiva da textura- Texturómetro TA-XT2.

Gonçalves, S.M.N.S. (2011). Bacalhau salgado seco: influência da demolha e do tratamento culinário na sua qualidade. Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

Gunasekaran, S., e Ak, M.M. (2000). Dynamic oscillatory shear testing of foods-selected applications. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 115-127.

Hallier, A., Chevallier, S., Serot, T. e Prost, C. (2007). Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 814-823.

Heredia, A., Andrés, A., Betoret, N. e Fito, P. (2007). Application of the SAFES (systematic approach of food engineering systems) methodology to salting, drying and desalting of cod. *J Food Eng*, 83: 267-76.

Hunterlab. (2008). Hunter L, a, b versus CIE L*a*b* color scale. Applications note, v.13,nº2: 1-4. Acedido em Janeiro 2012. Disponível em <http://www.hunterlab.com/>.

Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes on fresh fish. FAO Fisheries Technical paper-348. FAO, Rome. 203 p.

INE. (2012). Estatísticas da Pesca 2012. (Edição 2013). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P. ISBN 978-989-25-0199-4.

INSA (2007). Tabela de Composição de Alimentos. (1ª Edição). Centro de Segurança Alimentar e Nutrição do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

- Jain, D., Pathare, P.B. e Manikantan, M.R. (2007). Evaluation of texture parameters of *Rohu* fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *Journal of Food Engineering*, 81: 336-340.
- Jay, J.M., Loessner, M.J. e Golden, D.A. (2005). *Modern Food Microbiology*. 7ªed. Springer. Estados Unidos da América.
- Lamosa, E. (1996). *Bacalhau, a história de um alimento milenar. O mundo do bacalhau*. Rio de Janeiro, Brasil. Acedido em Outubro de 2012. Disponível em <http://www.bacalhau.com.br/>.
- Lauritzen, K. (2004). Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influence by raw material and salt composition. Dr. scient. thesis. Norwegian College of Fishery Science - University of Tromsø.
- Lauritzen, K., Akse, L., Johansen, A., Joensen, S., Sørensen N.K. e Olsen, R.L. (2004). Physical and quality attributes of salted cod (*Gadus morhua* L.) as affected by the state of rigor and freezing prior to salting. *Food Research International*, 37: 677-688.
- Lidon, F. e Silvestre, M.M. (2007). *Indústrias Alimentares: Aditivos e Tecnologia*. Lisboa: Escolar editora. ISBN 978-972-592-203-3.
- Lidon, F. e Silvestre, M.M. (2008). *Conservação de alimentos: princípios e metodologias*. Lisboa: Escolar editora. ISBN 978-972-592-227-9.
- Lorentzen, G., Olsen, R.L., Bjørkevoll, I., Mikkelsen, H. e Skjerdal, T. (2010). Survival of *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes* in muscle of cod (*Gadus morhua* L.) during salt-curing and growth during chilled storage of rehydrated product. *Food Control*, 21: 292-297.
- Manso, F., Cruz, O. (1984). *A epopeia dos Bacalhaus*. DistriEditora. Porto. 111 p.
- Martínez-Alvarez, O. (2002). Desalt del bacalao (*Gadus morhua*) seco salado y su conservación en fresco. *Alimentación, Equipos y Tecnol* (Madrid), 169: 51-54.
- Martínez-Alvarez, O. e Gómez-Guillén, M.C. (2005). The effect of brine composition and pH on the yield and nature of water-soluble proteins extractable from brined muscle of cod (*Gadus morhua*). *Food Chemistry*, 92: 71-77.
- Martínez-Alvarez, O., Borderías, J. e Gómez-Guillén, M.C. (2005). Use of hydrogen peroxide and carbonate/bicarbonate buffer for soaking of bacalao (salted cod). *Eur Food Res Technol*, 221: 226-231.
- Martins, C. e Piralta, L. (1993). *Análises físico-químicas e químicas de carne e produtos cárneos. Protocolos de apoio às aulas práticas de tecnologia dos produtos animais*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- McCaig, T.N. (2002). Extending the use of visible/near-infrared reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agricultural products. *Food Research International*, 35: 731-736.
- Minolta. (2007). *Precise color communication: color control for perception to instrumentation: 62*. Acedido em Janeiro 2012. Disponível em <http://www.konicaminolta.com/instruments/>.
- Montiel, R., De Alba, M., Bravo, D., Gaya, P. e Medina, M. (2012). Effect of high pressure treatments on smoked cod quality during refrigerated storage. *Food Control*, 23: 429-436.
- Moutinho, M. (1985). *História da pesca do bacalhau: por uma antropologia do "fiel amigo"*. Lisboa: Imprensa Universitária, Editorial Estampa.
- Muñoz-Guerrero, H., Gutiérrez, M.R., Vidal-Brotons, D., Barat, J.M., Gras, M.L. e Alcaina, M.I. (2010). Environmental management of the residual brine of cod desalting. Quantification of mass transfer phenomena and determination of some parameters on the residual brine important for its treatment by membrane technology. *Journal Food Engineering*, 99: 424-429.

NORGE- Bacalhau da Noruega. Conselho Norueguês da Pesca. Rio de Janeiro, Brasil. Acedido em Junho de 2012. Disponível em <http://www.bacalhauadanoruega.com.br/>.

Nunes, M.L., Bandarra, M.N. e Batista, I. (2011). Health benefits associated with seafood consumption. In: Alasalvar, C., Shahidi, F., Miyashita, K., Wanasundara, U. Handbook of seafood Quality, Safety and Health Applications, Wiley Blackwell, UK.

Nunes, M.L., Bandarra, N.M. e Batista, I. (2003). Fish products: contribution for a healthy food. *Electronic Journal of Environmental Agriculture Food Chemistry*, 2(4): 453-457.

Nunes, M.L., Batista, I., Bandarra, N.M., Morais, M.G. e Rodrigues, P.O. (2008). Produtos da pesca: Valor nutricional e importância para a saúde e bem-estar dos consumidores. (nº18) Lisboa: Publicações avulsas do IPIMAR. 77 p.

Oliveira, A.C.M. e Balaban, M.O. (2006). Comparison of a colorimeter with a machine vision system in measuring color of Gulf of Mexico sturgeon fillets. *Applied Engineering in Agriculture*, 22: 583-587.

Oliveira, H., Pedro, S., Nunes, M.L., Costa, R. e Vaz-Pires, P. Processing of Salted Cod (*Gadus spp.*): A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11: 546-564.

Pereira, P.A.P., Rios de Souza, V., Ferreira, L.O., Queiroz, F., Borges, S.V. e Carneiro, J.D.O. (2010). Avaliação do Perfil de Textura (TPA) de diferentes marcas de goiabada tradicional, light e diet. XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. Brasil.

Pinto, J., Neves, R. (2010). Análise de riscos no processamento alimentar. Porto: Publindústria, Edições Técnicas.

Pinto, M.F., Ponsano, E.H.G. e Almeida, A.P.S. (2010). Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. *Ciência Rural, Santa Maria*, 40 (6): 1405-1410.

PORTARIA nº 72/2008. D.R. I Série. 16 (23-01-2008) 689-692.

PORTARIA nº 91/1994. D.R. I Série B. 31 (07-02-1994) 609-610.

REGULAMENTO (CE) nº 2074/2005. *Jornal Oficial da União Europeia*. L 338 (05-12-2005) 27-59.

REGULAMENTO (CE) nº 37/2005. *Jornal Oficial da União Europeia*. L 10 (12-01-2005) 18-19.

Ribeiro, S.C.A., Ribeiro, C.F.A., Park, K.J., Araujo, E.A.F. e Tobinaga, S. (2007). Alteração da cor da carne de Mapará (*Hypophthalmus Edentatus*) desidratada osmoticamente e seca. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 9 (2): 125-135.

Riberalves. (2013). The portuguese market: Brief Riberalves presentation. Acedido em Junho de 2013. Disponível em <http://www.is.is/>.

Riberalves. Riberalves Paixão Nacional desde 1985. (s/d). Acedido em Agosto de 2012. Disponível em <http://www.riberalves.pt/>.

Rodrigues, M.J., Ho, P., López-Caballero, M.E., Bandarra, N.M. e Nunes, M.L. (2005). Chemical, microbiological, and sensory quality of cod products salted in different brines. *Journal Food Science*, 70: M1-6.

Rotabakk, B.T., Skipnes, D., Akse, L. e Birkeland, S. (2011). Quality assessment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by longlining and trawling at the same time and location. *Fisheries Research*, 112: 44-51.

Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B. e Onega, E. (2005). A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science*, 69: 527-536.

SICAE. (2012). Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas. Acedido em Abril de 2013. Disponível em www.sicae.pt.

Sierra, S., Lara-Villoslada, F., Comalada, M., Olivares, M. e Xaus, J. (2008). Dietary eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid equally incorporate as decosahexaenoic acid but differ in inflammatory effects. *Nutrition*, 24: 245-254.

Sikorski, Z.E. (1994). Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza: Editorial Acribia. ISBN 84-200-0754-4. 330 p.

Sikorski, Z.E., Gildberg, A., Ruiter, A. (1999). El pescado y los productos derivados de la pesca: Composición, propiedades nutritivas y estabilidad. Zaragoza: Editorial Acribia. ISBN 84-200-08591. 416p.

Silva, L.H., Paucar-Menacho, L.M., Vicente, C.A., Salles, A.S. e Steel, C.J. (2009). Desenvolvimento de pão de forma com a adição de farinha de "Okara". *Brazilian Journal of Food Technology*, 12 (4): 315-322.

Sousa, I. - Reologia dos Produtos Alimentares. In De Castro, A.G., Covas, J.A., Diogo, A.C – Reologia e suas aplicações industriais. Lisboa: Instituto Piaget- Ciência e Técnica, 2001. ISBN:972-771-382-3. p. 462.

Sousa, I., Costa, S. (2008). Documentos de apoio à unidade curricular Reologia e Estrutura dos Alimentos. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 26 p.

Sousa, I.M.N. (1995). Apontamentos de reologia alimentar. Secção Autónoma de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Thórarinsdóttir, K. (2010). The influence of salting procedures on the characteristics of heavy salted cod. Doctoral thesis. Department of Food Technology, Engineering and Nutrition - Lund University. Lund.

Thórarinsdóttir, K.A., Arason, S., Bogason, S.G., Kristbergsson, K. (2004). The effects of various salt concentrations during brine curing of cod (*Gadus morhua*). *International journal of Food Science e Technology*, 39: 79-98.

Thórarinsdóttir, K.A., Arason, S., Geirsdóttir, M., Bogason, S.G., e Kristbergsson, K. (2002). Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. *Food Chemistry*, 77(3): 377-385.

Thórarinsdóttir, K.A., Arason, S., Geirsdóttir, M., Bogason, S.G., Kristbergsson. (2002). Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. *Food Chemistry*, 77: 377-385.

Vaz-Pires, P. (2006). Tecnologia do pescado. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar - Universidade do Porto. Porto.

Veland, J.O. e Torrissen, O.J. (1999). The texture of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner-Bratzler shear test. *Journal of Animal Science in Food and Agriculture*, 79: 1737-1746.

Warm, K., Nelsen, J., Hyldig, G. (2000). Sensory quality criteria for five fish species. *Journal of Food Quality*, 23: 583-601.

Wu, D., Sun, D.W. e He, Y. (2013). Novel non-invasive distribution measurement of texture profile analysis (TPA) in salmon fillet by using visible and near infrared hyperspectral imaging. *Food Chemistry*, 145: 417-426.