

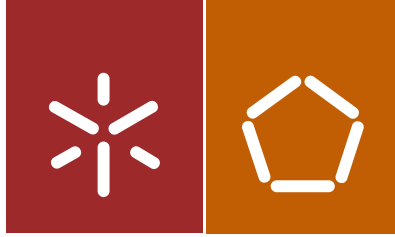


Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Catarina Borlido Arieira

Conceção e desenvolvimento de um sistema de monitorização para o processo de demolha de bacalhau





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Catarina Borlido Arieira

Conceção e desenvolvimento de um sistema  
de monitorização para o processo de demolha  
de bacalhau

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Eurico Seabra  
Professor Doutor Hélder Puga

dezembro de 2014

## **DECLARAÇÃO**

**Nome:** Catarina Borlido Arieira

**Correio eletrónico:** arieirabcatarina@gmail.com

**Tel./Tlm.:** 963808904

**Número do Bilhete de Identidade:** 13966301

**Título da dissertação:**

Conceção e desenvolvimento de um sistema de monitorização para o processo de demolha de bacalhau

**Ano de conclusão:** 2014

**Orientador(es):** Eurico Seabra e Hélder Puga

**Designação do Mestrado:**

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

**Área de Especialização:** Energia e Ambiente

**Escola:** Escola de Engenharia

**Departamento:** Departamento de Engenharia Mecânica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Guimarães, \_\_\_/ \_\_\_/ \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **Agradecimentos**

Apesar deste projeto representar o término do ciclo de estudos, gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram e ajudaram à realização deste trabalho.

Antes de mais, aos meus orientadores Professor Doutor Eurico Seabra e Professor Doutor Hélder Puga por toda a orientação, dedicação e tempo disponibilizado ao longo deste projeto.

Ao Eng. Emanuel Guimarães por todo o interesse demonstrado ao longo da realização da dissertação, bem como por todo o acompanhamento e tempo disponibilizado.

Ao apoio financeiro para o projeto vindo do Programa Operacional Regional do Norte 2007/2013 (COMPETE-QREN- ON2).

À Professora Doutora Teresa Amorim, do Departamento de Engenharia Têxtil, por ter disponibilizado o seu tempo para me ajudar no decorrer da dissertação

Aos colegas de curso e aos amigos, àqueles que já trazia na bagagem e aos que conheci durante o percurso académico, pelos bons momentos partilhados e por todo o apoio. Um agradecimento especial aos amigos “materialistas” pelo acolhimento e ao Tone, por toda a ajuda e amizade. Não poderia deixar de agradecer à Rita pela sincera amizade e por todo o incentivo na elaboração deste trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais, irmão e avós, um agradecimento eterno por todo o apoio e suporte ao longo do meu percurso académico, que permitiu que tudo isto fosse possível. Um agradecimento especial à minha mãe e ao meu avô Luís, por terem sido o meu grande apoio.

## Resumo

O presente estudo tem início num estado de arte que compreende, não só uma descrição do bacalhau e dos diversos tipos de peixe que podem ser considerados como tal em Portugal, como também o tratamento que lhe é dado desde que é pescado ou capturado até à sua chegada ao consumidor, focando o processo de demolha. Este é abordado de duas formas distintas: processo de demolha a nível do consumidor e a nível industrial. No que diz respeito a esta última abordagem, foram considerados os parâmetros mais relevantes para o processo de demolha - pH, concentração de cloro, salinidade e temperatura – e foram estudados possíveis equipamentos que permitem medi-los.

Como resultado do estado da arte, foram adquiridos controladores que permitiram realizar ensaios laboratoriais e analisar o comportamento das diversas variáveis do processo de demolha de bacalhau. Cada variável foi estudada independentemente, de modo a obter as suas curvas características, e simultaneamente com as restantes para perceber as relações existentes entre elas.

Com o decorrer do estudo tornou-se necessário obter resultados verídicos do processo de demolha de bacalhau, pelo que foram realizados ensaios a nível industrial. Com os resultados obtidos foi possível afinar os valores dos vários parâmetros do processo de demolha, o que permitiu realizar ensaios laboratoriais mais realistas e alcançar resultados mais fidedignos.

Foi também implementado um sistema de aquisição e controlo das variáveis do processo de demolha de bacalhau, recorrendo ao *software* LabVIEW, com a finalidade de monitorizar e automatizar o processo de demolha.

## **Abstract**

The present study begins in a state of art that comprises not only a description of Codfish and many types of fish that can be seen as such in Portugal, as well as the treatment given to it since it is caught or captured until its arrival at the customer, focusing on the soaking process. This is treated in two ways: soaking process in the consumer level and in industrial level. With respect to this latter approach, we considered the most relevant parameters for the soaking process - pH, chlorine concentration, salinity and temperature - and possible equipment that allows measure them were studied.

As a result of the state of the art, were acquired controllers that allowed to do the laboratory tests and analyze the behavior of various variables of the soaking process. Each variable was studied independently to obtain their characteristic curves, and simultaneously with the others to understand the relations between them.

In the course of the study, it became necessary to obtain truthful results of the soaking process of cod, so tests were performed at industrial level. With the results obtained it was possible to tune the values of the various parameters of the soaking process, which allowed to do more realistic laboratory tests and to achieve reliable results.

It was also implemented the acquisition and control variables of the soaking process system, using the *LabVIEW* software, in order to monitor and automate the soaking process.





## Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento .....	2
1.2 Objetivos .....	3
1.3 Motivação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação .....	3
<b>2. Estado da Arte .....</b>	<b>5</b>
2.1 Descrição e tipos de peixe.....	6
2.2 Tratamentos desde a pesca até ao consumidor.....	8
2.3 Processo de demolha.....	9
2.3.1 Processo de demolha para pequenas quantidades.....	9
2.3.2 Processo de demolha .....	11
2.3.3 Principais parâmetros a controlar no processo de demolha .....	11
2.3.4 Medição dos principais parâmetros a controlar no processo de demolha.....	11
2.4 Resumo da pesquisa bibliográfica .....	11
<b>3. Equipamento, Calibração e Procedimento Experimental.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Apresentação e Discussão de Resultados .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Conclusões e Trabalhos Futuros.....</b>	<b>14</b>
5.1 Conclusões .....	15
5.2 Trabalhos Futuros.....	15
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>16</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>21</b>
Anexo A.....	22
Anexo B.....	23
Anexo C .....	24
Anexo D .....	25
Anexo E.....	26
Anexo F.....	27

## **Lista de siglas e nomenclaturas**

**ADC** – Analog to Digital Converter

**C<sub>S</sub>**– Coeficiente de Solubilidade

**DAQ** – Data Acquisition

**ETA** – Estação de Tratamento de Água

**HR** – Humidade Relativa

**m<sub>1</sub>** – Solute

**m<sub>2</sub>** – Solvente

**ORP** – Oxidation Reduction Potential

**pH** – Potencial de Hidrogénio

**RTD** – Resistive Temperature Detectors

**T** - Temperatura

# 1. Introdução

---

## 1.1 Enquadramento

Atualmente há uma maior vigilância sobre os produtos comercializados, quer sejam alimentares ou não. Esta maior fiscalização e segurança levou a que as empresas do sector alimentar redobrassem esforços no que respeita aos cuidados e aos novos métodos de conceção dos produtos, de forma a evitar induzir nos alimentos propriedades que, de alguma forma, possam prejudicar a saúde do consumidor.

A nível mundial, Portugal é o terceiro maior consumidor de peixe, a seguir à Islândia e ao Japão. Cada português consome em média 56 kg de peixe por ano, fazendo de Portugal o maior consumidor de pescado da União Europeia [1]. De entre os tipos de peixe mais consumidos a nível nacional encontra-se a sardinha, o polvo, o atum e o bacalhau, sendo que este último representa mais de 40% do consumo interno [2].

Usualmente, o bacalhau é encontrado no mercado sobre a forma de salgado seco, pelo que tem de ser demolido antes de ser consumido. Este processo demora algum tempo, sendo por esse motivo necessário pensar antecipadamente na sua confeção. Atendendo a que a procura de produtos prontos a comer e congelados tem vindo a crescer nos últimos anos, tornou-se necessário apresentar outra forma de venda de bacalhau, tendo daí resultado o bacalhau demolido ultracongelado. Normalmente o processo de demolha de bacalhau, a nível doméstico, demora entre 24 e 48h com várias mudanças de água [2]. Com a venda de bacalhau demolido ultracongelado, a demolha tem de ser feita nas empresas que o comercializam.

As normas que regem o sector alimentar são diversas, mas há algumas que se sobressaem. A ISO 22000:2005 distingue-se das restantes por ser a norma relativa aos sistemas de gestão da segurança alimentar [3]; o *HACCP* (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo), que tem como base uma análise de perigos e pontos críticos de controlo [4], define as medidas a implementar para controlar os perigos alimentares. Existem diversas formas de os controlar, sendo que nos últimos anos a automação tomou um papel primordial e permitiu que os processos se tornassem mais eficazes e precisos.

Neste contexto e no âmbito da dissertação de mestrado, surgiu a necessidade de fazer o estudo e desenvolvimento de um sistema de monitorização para o processo de demolha de bacalhau.

## **1.2 Objetivos**

Durante o processo de demolha de bacalhau existem diversas variáveis cujos valores se diversificam com o tempo. De maneira a cumprir os valores máximos permitidos por lei para o sector em questão, torna-se imprescindível fazer a medição dessas variáveis aquando do processo de demolha. Assim, com o presente trabalho pretende-se estudar o processo de demolha de bacalhau, bem como desenvolver um sistema de monitorização das suas variáveis. Desta forma pretende-se controlar o pH, a temperatura, a salinidade e a concentração de cloro residual livre presente na água, e permitir a renovação da mesma sempre que o limite de solubilidade do sal for atingido. Este controlo visa melhorar a qualidade do produto final e a otimização do processo de demolha.

## **1.3 Motivação**

A principal motivação deste trabalho prende-se com o incremento da produção de bacalhau demolhado com elevados níveis de segurança alimentar e utilizando no processo a menor quantidade de água possível. Deste modo, pretende-se monitorizar o processo atual de demolha de bacalhau com o objetivo de otimizar os recursos utilizados e assim otimizar o processo de demolha.

## **1.4. Estrutura da dissertação**

O presente capítulo pretende descrever e facilitar a compreensão do tema do projeto da dissertação, assim como descrever a empresa à qual o trabalho se destina. De seguida, no capítulo 2 são abordados outros temas que de alguma forma estão relacionados com o presente projeto, tais como os diversos tipos de peixes da família do bacalhau, os tratamentos que ocorrem desde que o peixe é pescado até ser enviado para postos de venda, entre outros. Para além disso, no 2º capítulo é ainda abordado o processo de demolha, bem como os equipamentos e os meios utilizados para a realização do mesmo processo. Nesse capítulo, são também mencionados e descritos todos os parâmetros que se tornam importantes medir ao longo do processo, assim como meios de medição que permitem quantificar os mesmos.

De seguida, no capítulo 3 são apresentados os equipamentos adotados para apoio e suporte do projeto, assim como as suas especificações e todas as variáveis que permitem caracterizar o seu funcionamento. São também apresentados os processos de calibração dos equipamentos. Além disso neste capítulo é apresentado o procedimento experimental dos ensaios realizados, isto é, são explicados os ensaios efetuados ao longo do projeto bem como são referidos todos os equipamentos e materiais de suporte utilizados.

Seguidamente o capítulo 4 é dedicado à apresentação e discussão de resultados obtidos nos diversos ensaios realizados.

No capítulo 5 é descrito o sistema de aquisição e controlo das variáveis do processo de demolha. É aqui que se apresenta a arquitetura do processo do sistema de aquisição e controlo, incluindo todos o equipamentos necessários para a sua implementação, como sejam: atuadores, sensores, controladores, etc.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões do trabalho realizado, assim como são apresentadas algumas propostas para trabalhos futuros.

## 2. Estado da Arte

---

O presente capítulo pretende servir de introdução ao tema abordado no projeto de Dissertação. Serão tratados os diferentes tipos de peixe pertencentes à família bacalhau (*Gadus Morhua*), bem como os distintos processos de demolha existentes: doméstico e industrial.

## 2.1 Descrição e tipos de peixe

O bacalhau, de nome científico *Gadus Morhua*, apresentado na Figura 2.1, pertence à família do “Gadidae”, e foi inicialmente descoberto pelos portugueses no século XV, aquando das grandes navegações [6]. De forma a suportar as grandes viagens, que por vezes duravam 3 meses, tornou-se necessário encontrar pescado que fosse fácil de conservar e se mantivesse consumível durante esse tempo. Depois da procura na costa portuguesa, foi encontrado perto do polo norte o *Gadus Morhua* – o bacalhau do atlântico [7]. Desde então que o “fiel amigo” é consumido em Portugal.



Figura 2.1. *Gadus Morhua*, adaptado de [8].

Por ser um animal estenotermo (não suporta grandes variações de temperatura), o bacalhau predomina sobretudo em águas com temperatura entre os 2 e os 10 °C. Normalmente, esta espécie é capturada ao longo das regiões costeiras da Islândia, Gronelândia, Newfoundland Labrador (Canadá) e Noruega, como apresenta a Figura 2.2.



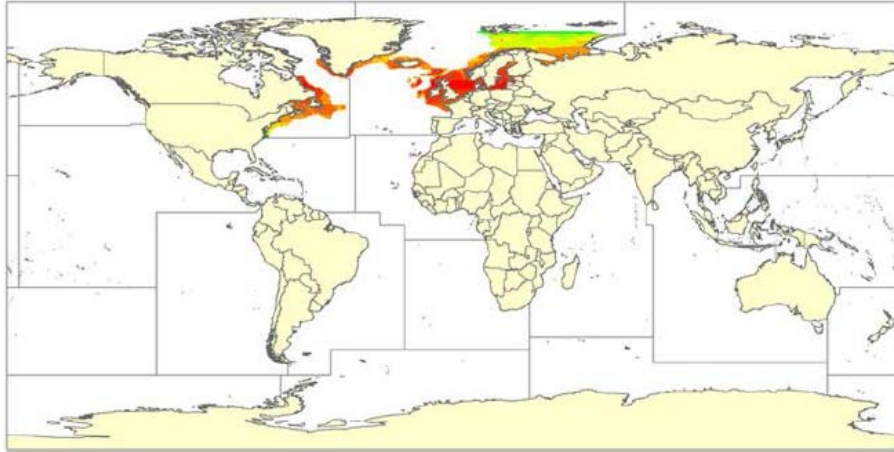


Figura 2.2. Zonas de captura de bacalhau, adaptado de [9]

O corpo do bacalhau é robusto e constituído por três barbatanas dorsais arredondadas, duas ventrais e uma cauda com forma triangular [9]. Pode apresentar uma coloração verde-azeitona ou acastanhada, variando de acordo com o seu habitat. A espécie *Gadus Morhua* é facilmente distinguida das restantes através da linha mais clara que apresenta na lateral, como é visível na Figura 2.1 [10].

Embora o genuíno bacalhau seja a espécie *Gadus Morhua*, em Portugal, de acordo com o Decreto-Lei 25/2005 de 28 de Janeiro, pode atribuir-se a designação de bacalhau às seguintes espécies:

- Bacalhau ou bacalhau do Atlântico (*Gadus Morhua*);
- Bacalhau da Gronelândia (*Gadus Ogac*);
- Bacalhau do Pacífico (*Gadus Macrocephalus*).

Por outro lado, e de acordo com o referido diploma, existem outras espécies – espécies afins – que diferem daquelas a que se atribuí a designação de bacalhau por terem diferentes texturas de carne, cor, largura e comprimento do corpo. São elas:

- Abrótea;
- Arinca;
- Bacalhau do Ártico;
- Bacalhau Polar;
- Escamudo;
- Lingue;
- Paloco;
- Paloco do Pacífico;

- Zarbo.

## **2.2 Tratamentos desde a pesca até ao consumidor**

Desde que o bacalhau é pescado até ao momento em que é encontrado pelo consumidor, passa por diversos tratamentos. O primeiro destes tratamentos é o congelamento, ainda aquando da navegação, de forma a conservar o peixe e a manter as suas propriedades.

Uma vez chegado a terra, o pescado é levado para fábricas que assegurem que a sua conservação seja feita em boas condições. Inicialmente, o bacalhau é descongelado de forma lenta para não alterar as suas propriedades; de seguida, é espalmado através de uma abertura no ventre de forma a poder ser escalado. Na fase seguinte, o pescado é sujeito a um processo de salga húmida, que tem por base a sua colocação em tanques de água fria com sal. Posteriormente é colocado em paletes e coberto de sal, com o fim de proceder à salga seca. De forma a apresentar um teor de humidade permitido pela lei, segue-se a secagem natural ou artificial. Na secagem natural, o peixe é exposto às condições climatéricas durante o dia, enquanto na secagem artificial é distribuído por tabuleiros que são colocados num túnel de secagem, onde permanece entre 36 e 120 horas, dependendo do seu tamanho e espessura.

Depois da salga e da secagem, segue-se o processo de demolha necessário devido à elevada concentração de sal no músculo do peixe [11]. Neste processo ocorrem principalmente dois fenómenos: a reidratação da matriz proteica do bacalhau, que origina a melhoria da textura e a diminuição da firmeza do músculo, e a diminuição da concentração de NaCl para níveis adequados ao consumo humano [10]. Após a demolha, o produto é congelado ou ultracongelado de forma a preservá-lo a longo prazo. Esta fase baseia-se numa diminuição da temperatura do bacalhau até que grande parte da água que o constitui passe ao estado sólido. Embora dependa da concentração de diferentes solutos nos fluidos dos tecidos, o ponto de congelamento do bacalhau varia entre os  $-0,8$  e  $1$  °C. No processo seguinte, na vidragem, o produto é pulverizado ou imerso em água, de modo a formar uma camada de gelo à superfície do mesmo com o propósito de o proteger de danos físicos. Após isto, é calibrado e classificado.

Por fim, é embalado e armazenado para no final poder ser enviado para os estabelecimentos comerciais, de forma a ser vendido [12]. A Figura 2.3 representa

esquemáticamente o processo de tratamento do bacalhau, desde o momento em que é apanhado até ser colocado à venda.

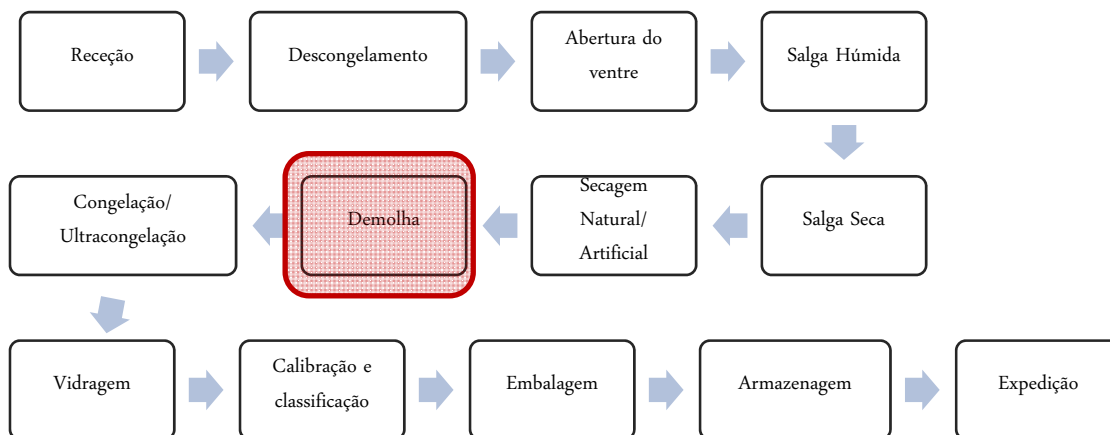


Figura 2.3. Esquema do tratamento do bacalhau salgado seco.

## 2.3 Processo de demolha

Como referido anteriormente, o bacalhau é um dos peixes mais consumidos em Portugal, pelo que é importante conhecer detalhes sobre o seu processo de demolha. Este processo pode ser dividido em dois tipos: processo de demolha para pequenas quantidades, que engloba a demolha feita pelo consumidor e pelas indústrias hoteleiras, e processo de demolha a nível industrial..

### 2.3.1 Processo de demolha para pequenas quantidades

Quando o processo de demolha de bacalhau é feito pelo consumidor, numa primeira fase passa-se o peixe por água corrente e de seguida coloca-se o mesmo num recipiente com água fria, sendo necessário mudá-la frequentemente. Para pequenos consumos existem alguns equipamentos no mercado.

De forma a ter uma melhor perceção dos equipamentos mencionados anteriormente, tornou-se necessário fazer uma pesquisa de mercado. A nível da demolha de bacalhau já existem alguns tanques de demolhar, embora todos semelhantes, para serem utilizados em hotelaria, nomeadamente das marcas *Mundinox* [13] e *Remper* [14]. As Figura 2.4 e Figura 2.5 são referentes a máquinas de demolhar bacalhau da marca *Mundinox*, sendo que a Figura 2.6 é referente a uma máquina de demolhar bacalhau da marca *UDIFRI*.



Figura 2.4. Tanque de demolhar bacalhau, adaptado de [13].

Marca: Mundinox  
Modelo: MDB MX

**Características:**

Renovação água (10%), 2 em 2 horas  
Renovação água (100%), 12 em 12 horas  
Capacidade 225 L  
Temperatura da água 8,00 °C a 10,00 °C  
Requer entrada / saída de água  
Produção: 50,00 kg +/- 2 dias  
Com 6 cestos (360x270x170 mm)



Figura 2.5. Tanque de demolhar bacalhau, adaptado de [13].

Marca: Mundinox  
Modelo: MDB 0297

Capacidade 200 L  
Troca de água manual 1 vez por dia  
Sistema de refrigeração



Figura 2.6. Tanque de demolhar bacalhau, adaptado de [14].

Marca: UDIFRI  
Modelo: DB 1000

Construção em aço inox  
Capacidade: 300 Litros  
Voltagem: 230 Volt  
Dimensões: 1050x650x1000 mm

De entre os equipamentos acima apresentados, as principais diferenças baseiam-se entre o primeiro e segundo equipamentos. Embora o segundo equipamento apresentado da

marca *Mundinox* tenha o mesmo principio de funcionamento que o componente da marca *UDIFRI*, as principais diferenças entre eles e o outro da *Mundinox* baseiam-se no facto de aqueles serem equipamentos apenas com sistema de refrigeração, em que a troca de água é feita manualmente. O primeiro equipamento apresentado tem um funcionamento semiautomático, sendo que para além de se comportar como um sistema de refrigeração, faz renovação parcial da água de 2 h em 2 h e renovação total da água de 12 h em 12 h.

### **2.3.2 Processo de demolha**

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

### **2.3.3 Principais parâmetros a controlar no processo de demolha**

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

### **2.3.4 Medição dos principais parâmetros a controlar no processo de demolha**

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

## **2.4 Resumo da pesquisa bibliográfica**

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

# 3. Equipamento, Calibração e Procedimento Experimental

---

RETIRADO POR QUESTÕES DE  
CONFIDENCIALIDADE

## 4. Apresentação e Discussão de Resultados

---

RETIRADO POR QUESTÕES DE  
CONFIDENCIALIDADE

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

---



## **5.1 Conclusões**

Com o presente projeto pretendia-se a conceção e o desenvolvimento de um sistema de monitorização para o processo de demolha de bacalhau. Deste modo, o primeiro objetivo do projeto recaiu sobre uma análise detalhada do processo de demolha de bacalhau, com a finalidade de conhecer as variáveis que mais influenciam e as reações que ocorrem ao longo do mesmo. De maneira a estudar o processo de demolha a nível industrial, o que permitiu também uma partilha de *know-how* sobre o assunto.

## **5.2 Trabalhos Futuros**

Tendo em consideração o trabalho realizado na presente dissertação, existem ainda alguns ensaios que podem ser efetuados como trabalhos futuros. Estes prendem-se principalmente com a implementação de sistemas de análise em tempo real, que permitirão obter um maior rigor do controlo do processo, e com os métodos utilizados no processo de demolha propriamente dito.

# Referências Bibliográficas

---

- [1] Sítio da [www](http://www.who.int) da Organização Mundial de Saúde, com o endereço em <http://www.who.int>, acessido a 11 de dezembro de 2013].
- [3] I. P. da Qualidade, “Norma Portuguesa: Sistemas de gestão da segurança alimentar,” NP EN ISO 22000:2005.
- [4] Sítio da [www](http://www.apcer.pt) da APCER, com o endereço em <http://www.apcer.pt>, acessido a 11 de dezembro de 2013.
- [6] Sítio da [www](http://www.fao.org) da Food and Agriculture Organization of the United Nations, com o endereço em <http://www.fao.org>, acessido a 20 de dezembro de 2013.
- [7] Sítio da [www](http://www.oceanario.pt) do Oceanário de Lisboa, com o endereço em <http://www.oceanario.pt>, acessido a 7 de janeiro de 2014.
- [10] H. I. V. Viegas, “Caraterização de Lombos de Bacalhau Demolhado Ultracongelado Produzidos com Diferentes Tempos de Cura,” Dissertação de mestrado, Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, Castelo Branco, 2013.
- [11] A. Andrés, S. Rodríguez-Barona, J. M. Barat, e P. Fito, “Salted cod manufacturing: influence of salting procedure on process yield and product characteristics,” *Journal of Food Engineering*, vol. 69, no. 4, pp. 467–471, agosto de 2004.
- [12] Sítio da [www](http://www.jn.pt) do Jornal de Notícias, com o endereço em <http://www.jn.pt>, acessido a 9 de janeiro de 2014.
- [13] Sítio da [www](http://www.mundinox.com) da Mundinox, Fabrico de Equipamentos Hoteleiros, com o endereço em <http://www.mundinox.com>, acessido a 12 de dezembro de 2013.
- [14] Sítio da [www](http://remper.net) da REMPER - Equipamentos Hoteleiros Portugal, com o endereço em <http://remper.net>, acessido a 12 de dezembro de 2013.
- [15] Instituto Português da Qualidade Despacho n.º. 13005/2012, *Diário da República*, 2ª série, N.º. 192, pp. 2–3, 2012.
- [16] Sítio da [www](http://www.capttemp.com) da CapTemp, com o endereço em <http://www.capttemp.com>, acessido a 26 de janeiro de 2014.

- [19] P. B. Moraes, “Desinfecção da água.”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- [20] S. T. Meyer, “Chlorine Use in Water Disinfection, Trihalomethane Formation and Potential Risks to Public Health,” *Cad. Saúde Pública*, vol. 10, no. 1, pp. 99–110, 1994.
- [21] R. Chang, *Química*, 7<sup>a</sup> edição, Colombia, McGraw-Hill Book, 2002.
- [22] J. L. Rosenberg, *Química Geral*, 7<sup>a</sup> edição, Madrid, McGraw-Hill Book, 1982.
- [23] Sitio da www da Internet Archive, com o endereço em <https://archive.org>, acessido a 30 de janeiro de 2014.
- [26] Sitio da www da Splabor, com o endereço em <http://www.splabor.com.br>, acessido a 09 de fevereiro de 2014.
- [27] Sitio da www da THCenter, com o endereço em <http://www.thcenter.com>, acessido a 10 de fevereiro de 2014.
- [28] Sitio da www da WalMur, com o endereço em <http://www.walmur.com.br>, acessido a 10 de fevereiro de 2014.
- [29] Ambifood, “Catálogo Termómetros, Termo Higrómetros, Registadores e Estações Meteorológicas,” pp. 1–11, 2011.
- [30] C. D. Johnson, *Process Control Instrumentation Technology*, 8<sup>o</sup> edição, 2005, p. 704.
- [31] D. Ed. . Li, “Resistance Temperatura Detectors,” *Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics*. p. 2226, 2008.
- [32] Sitio da www da Alibaba, com o endereço em <http://portuguese.alibaba.com>, acessido a 26 de fevereiro de 2014.
- [33] F. T. S. Parra, “Fabricação e caracterização de termopares Cu/CuNixPy obtidos por deposição eletroquímica,” Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

- [34] Sitio da www da Refratómetro, com o endereço em <http://www.refratometro.com.br>, acessido a 26 de fevereiro de 2014.
- [40] H. U. Sverdrup, M. W. Johnson, and R. H. Fleming, *The Oceans*. New York: Prentice-Hall, 1942, pp. 47–97.
- [41] H. W. Robinson, “The influence of neutral salts on the pH of phosphate buffer mixtures,” *The Journal of Biological Chemistry*, American Society for Biochemistry and Molecular Biology, 1929.
- [43] Sitio da www da Hach | Hach Disinfection Series, com o endereço em <http://www.hach.com>, acessido a 11 de março de 2014.
- [44] J. J. Barron, C. Ashton, and L. Geary, “The Effects of Temperature on pH Measurement,” pp. 1–7.
- [48] Sitio da www da National Instruments, com o endereço em <http://www.ni.com/labview/pt/>, acessido a 04 de junho de 2014.
- [49] C. Labview, “Introdução ao LabVIEW.”
- [50] Sitio da www da National Instruments, "Aquisição de dados", com o endereço em <http://www.ni.com/>, acessido a 14 de junho de 2014].
- [51] Sitio da www da “National Instruments Portugal.”, com o endereço em <http://portugal.ni.com>, acessido a 14 de junho de 2014.
- [52] P. G. Robbs, J. A. Bartz, J. K. Brecht, and S. A. Sargent, “Oxidation-Reduction Potential of Chlorine Solutions and Their Toxicity to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *Geotrichum candidum*,” *Am. Phytopathol. Soc.*, vol. 79, 1995.
- [53] H. D. B. Jenkins, *Chemical Thermodynamics at a Glance*. 2008, pp. 160–163.
- [54] G. B. Roger and S. F. Acree, “Effect of sodium chloride on the pH of p-Phenolsulfonate burffers from 0° to 60°C,” *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, vol. 32, 1944.



# Anexos

---

RETIRADO POR QUESTÕES DE  
CONFIDENCIALIDADE

**Anexo A – Dimensões interiores do tanque de demolhar bacalhau**



## **Anexo B - Especificações do Controlador**

## **Anexo C – Especificações do Controlador**

## **Anexo D – Especificações do Medidor**

## **Anexo E – Ensaio para obtenção de curvas**

## **Anexo F – Sistema de Aquisição de Dados**