



***Carne, Ovos e Pescado: diferentes tecnologias para  
incremento da Qualidade Alimentar***

**Bruno André Pereira Gomes**

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Gestão da Qualidade e  
Segurança Alimentar

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Carla Sofia  
Ramos Tecelão e coorientação da Doutora Helga Medić e da Doutora Susana  
Maria da Silva Agostinho Bernardino

2015



Titulo: Carne, Ovos e Pescado: diferentes tecnologias para incremento da Qualidade Alimentar

*Copyright* © Bruno André Pereira Gomes

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – Peniche

Instituto Politécnico de Leiria

2015

A Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e o Instituto Politécnico de Leiria têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este relatório de estágio através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educativos ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*À minha orientadora Professora Doutora Carla Sofia Ramos Tecelão, por todo o apoio e palavras de incentivo que me deu. Mesmo quando o tempo era pouco manteve-se presente e disponível demonstrando um grande empenho para com o meu projeto.*

*Às minhas coorientadoras, a Professor Doutora Susana Maria da Silva Agostinho Bernardino por prontamente ter aceitado ajudar-me neste projeto, sempre com palavras de incentivo e respostas rápidas e práticas, e a Professora Doutora Helga Medić pela maravilhosa recepção num país novo para mim e por todas as oportunidades que me proporcionou, bem como os repetidos votos de confiança enquanto responsável de laboratório. Tornou esta viagem inesquecível Hvala Puno!*

*À Professora Doutora Susana Mendes pela preciosa ajuda na análise estatística dos meus dados.*

*Àquele maravilhoso Clã! Verdadeiros companheiros de viagem e amigos para uma vida! A jornada não teria sido tão fácil sem vocês, os cafés para aliviar e as conversas para entreter. A vossa amizade é algo que quero guardar sempre. Obrigado sócios.*

*Aos meus amigos, por toda a ajuda e companhia, mesmo longe, muitos de vocês continuam cá, bem perto. Thank you! Hvala Puno! Obrigado!*

*Aos meus pais, por todos os ensinamentos que me deram, por me ajudarem a crescer e a ser melhor pessoa todos os dias. Por todo o apoio e por me ensinarem que a vida nem sempre é fácil, mas as recompensas que recebemos são sempre motivantes e enriquecedoras.*

*À minha irmã, por ser a pessoa que é. São poucos os verdadeiros amigos e confidentes que nos conhecem tão bem ou melhor que nós próprios. Mesmo que os caminhos se separem, os laços serão sempre os mesmos, ainda que continuem sem se conseguir explicar. Serás sempre aquela pessoa. Obrigado.*



# Resumo

---



Com o constante aumento da população crescem também as preocupações diárias relativamente à alimentação. Assim, o aumento da produção alimentar tornou-se uma prioridade, começando a oferta no mercado a ser cada vez maior e mais competitiva. Não obstante, a indústria volta-se não só para a segurança dos alimentos que produz – que é já uma base obrigatória – mas também para o constante desenvolvimento da qualidade alimentar.

Novas técnicas são desenvolvidas muito rapidamente de maneira a que os produtos alimentares, para além de seguros, sejam também munidos da qualidade exigida pelo consumidor. Cada vez mais o cliente exige da indústria nada menos que o melhor em termos de segurança e qualidade alimentar.

De maneira a continuarem no mercado, as indústrias alimentares voltam-se cada vez mais para os laboratórios académicos, que aliam conhecimento, interesse e experiência com as necessidades apresentadas pelos consumidores.

É notória também a dificuldade sentida por recém-licenciados em integrar empresas e conseguir uma primeira oportunidade, na sua maioria por alegada falta de experiência na área, tendo sido este o principal motivo da opção pelo estágio em exclusão da oportunidade de poder ser explorada uma ideia própria. Desta forma, a presente dissertação teve como base a necessidade de entender o que atualmente se faz no meio académico em relação à qualidade alimentar.

Os projetos apresentados neste trabalho envolvem o tratamento de peito de frango em alta-pressão a diferentes temperaturas, tendo sido feito um tratamento semelhante com clara de ovo, a análise de ácido tiobarbitúrico (TBA) e composição em ácidos gordos em carne de porco congelada, em diferentes momentos, a análise da composição química de desperdícios de atum e ainda a criação de um novo produto alimentar (truta salmonada fumada).

Palavras-chave: Qualidade Alimentar, Alta-pressão, Ácido Tiobarbitúrico, Ácidos Gordos, Análise Química, Desenvolvimento de Produto.



# Abstract

---



The steady increase in population leads to the rise of daily supply concerns. Thus, the increase in food production has become a priority, making the supply in the market to be bigger and more competitive. However, the industries are turning not only for the safety of the food they produce - which is already a mandatory basis - but also to the constant development of food quality.

New techniques are being developed very quickly so that the food products, as well as secure, are also provided with the quality required by the consumers. Increasingly, the customer requires nothing less from the industry than the best, concerning the food safety and quality.

In order to stay in business, food industries are turning more and more to academic laboratories that combine knowledge, interest and experience with the needs presented by consumers.

It is also notorious the difficulty experienced by new graduates in integrating businesses and achieving first opportunities, mostly for alleged lack of experience in the area, being this the main reason for opting for internship in exclusion of an opportunity to explore an original idea. Thus, this thesis was based on the need to understand what is currently done in academia regarding food quality.

The projects presented herein involved the treatment of chicken breast with high pressure and different temperature combinations, a similar treatment with egg whites, the analysis of thiobarbituric acid (TBA) and the of fatty acids composition in frozen pork, at different times, the analysis of chemical composition of wastes of tuna and also creating a new food product with smoked rainbow trout.

Keywords: Food Quality, High Pressure, Thiobarbituric Acid, Fatty Acids, Chemical Analysis, Product Development.



# Índice

---

<b>Resumo</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice</b> .....	<b>xiii</b>
Índice Figuras.....	xvii
Índice Tabelas.....	xx
Abreviaturas.....	xxiii
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 <i>Prehrambeno Biotehnoški Fakultet</i> - Faculdade de Tecnologia Alimentar e Biotecnologia.....	1
1.1.1 <i>Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe</i> – Laboratório de Carne e Peixe.....	2
1.2 Qualidade Alimentar em Carne.....	3
1.2.1 Tratamentos de Alta Pressão – HPP .....	5
1.2.2 Tratamento de Alta Pressão a baixa temperatura ( <i>HPP with freezing</i> ).....	6
1.2.3 Textura, Absorção de Humidade ( <i>Moisture Uptake</i> ) e Rendimento de Cozedura ( <i>Cooking Yield</i> ) em carnes .....	7
1.2.4 Ácidos Gordos .....	9
1.2.5 Oxidação Lipídica .....	12
1.2.5.1 Determinação do Índice de TBA.....	12
1.3 Qualidade Alimentar em Ovos .....	13
1.3.1 HPP em clara de ovo e Capacidade de formação de espuma ( <i>Foaming capacity</i> ).....	14
1.3.2 Determinação do teor de proteína. ....	15
1.4 Qualidade Alimentar em Pescado.....	16
1.4.1 Composição Nutricional do Atum para aproveitamento de desperdícios de produção.....	16
1.4.1.1 O atum na croácia.....	17
1.4.1.2 Composição Nutricional do Atum .....	17
1.4.1.3 Aproveitamento de resíduos de pescado .....	19
1.4.2 Truta Arco-Íris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) fumada ( <i>Drysmoked Rainbow Trout</i> ) 20	
1.4.2.1 Preservação de pescado através da fumagem .....	20
1.4.2.2 <i>Water Phase Salt</i> (WPS).....	21

1.4.2.3	Determinação do Teor de Sal em Alimentos – Método de Mohr .....	22
<b>2.</b>	<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>23</b>
2.1	Qualidade Alimentar em Carne .....	23
2.1.1	Carne de peito de frango.....	23
2.1.1.1	Alterações em diferentes parâmetros físico-químicos em peito de frango tratado em HPP .....	23
2.1.1.2	Cor .....	23
2.1.1.3	Textura .....	24
2.1.1.4	Moisture Uptake .....	24
2.1.1.5	Cooking yield.....	24
2.1.2	Carne de porco .....	24
2.1.2.1	Análise da composição em ácidos gordos de carne de porco durante o tempo de congelação .....	24
2.1.2.2	Análise do Índice de TBA de carne de porco durante o tempo de congelação .....	27
2.1.2.3	Determinação do Teor de Humidade .....	28
2.2	Qualidade Alimentar em Ovos.....	28
2.2.1	Análise da capacidade de formação de espuma em clara de ovo tratada em HPP e determinação do teor de proteína. ....	28
2.2.1.1	Determinação da capacidade de formação de espuma e Drenagem.....	29
2.2.1.2	Determinação do teor de proteína pelo Método de Lowry.....	29
2.3	Qualidade Alimentar em Pescado .....	29
2.3.1	Análise da composição nutricional de diferentes tipos de desperdício de atum 29	
2.3.1.1	Determinação do Teor de Humidade .....	30
2.3.1.2	Determinação do Teor de Proteína pelo Método de Kjeldahl.....	30
2.3.1.3	Determinação do Teor de Lípidos.....	31
2.3.1.4	Determinação do Teor de Cinzas .....	32
2.4	Análise da composição em NaCl e teor de humidade de amostras de truta arco-íris fumada.....	32
2.4.1	Determinação do Teor de NaCl.....	32
2.4.2	Determinação do Teor de Humidade para cálculo de WPS.....	33
<b>3.</b>	<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>35</b>
3.1	Qualidade Alimentar em Carne .....	35
3.1.1	Análise das alterações em diferentes parâmetros de qualidade em peito de frango tratado em HPP.....	35
3.1.1.1	Cor .....	35

3.1.1.1.1	Análise a 4°C.....	35
3.1.1.1.2	Análise a 20°C.....	36
3.1.1.1.3	Análise a -20°C.....	37
3.1.1.2	Textura.....	37
3.1.1.2.1	Análise a 4°C.....	38
3.1.1.2.2	Análise a 20°C.....	39
3.1.1.2.3	Análise a -20°C.....	40
3.1.1.3	<i>Moisture Uptake</i> e <i>Cooking Yield</i> .....	41
3.1.2	Análise da composição em ácidos gordos de carne de porco durante o tempo de congelação.....	45
3.1.2.1	Análise em Fresco.....	45
3.1.2.2	Análise após 6 meses de congelação.....	47
3.1.2.3	Análise após 12 meses de congelação.....	48
3.1.2.4	Análise após 18 meses de congelação.....	50
3.1.3	Análise do Índice de TBA da carne de porco durante o tempo de congelação.....	52
3.1.3.1	Análise em Fresco.....	53
3.1.3.2	Análise após 3 meses de congelação.....	55
3.1.3.3	Análise após 6 meses de congelação.....	56
3.1.3.4	Análise após 12 meses de congelação.....	58
3.1.3.5	Análise após 15 meses de congelação.....	59
3.1.3.6	Análise após 18 meses de congelação.....	61
3.2	Qualidade Alimentar em Ovos.....	63
3.2.1	Capacidade de Formação de Espuma e Drenagem.....	63
3.2.2	Conteúdo Proteico.....	64
3.4	Qualidade Alimentar em Pescado.....	66
3.4.1	Análise da composição nutricional de diferentes tipos de desperdício de atum.....	66
3.4.1.1	Teor de humidade.....	66
3.4.1.2	Teor Proteico.....	66
3.4.1.3	Teor Lipídico.....	67
3.4.1.4	Teor de Cinzas.....	69
3.4.2	Análise da composição em NaCl e teor de humidade de amostras de truta arco-íris fumada.....	70
3.4.2.1	Teor de NaCl.....	70
3.4.2.1.1	Truta fumada a frio.....	71

3.4.2.1.2 Truta Fumada a quente.....	72
3.4.2.2 <i>Water Phase Salt</i> .....	72
3.4.2.2.1 Truta fumada a frio.....	73
3.4.2.2.2 Truta fumada a quente.....	73
<b>4. Conclusão e Perspetivas Futuras .....</b>	<b>75</b>
<b>5. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>77</b>

## Índice Figuras

<b>Figura 1.1</b> – Fotografia da fachada principal da PBF (Fonte: Google Street View) .....	1
<b>Figura 1.2</b> – Laboratório de Tecnologia de Carne e Peixe (Fonte: pbf.unizg.hr) .....	2
<b>Figura 1.3</b> – Consumo anual de carne em Portugal. (fonte: INE) .....	4
<b>Figura1.4</b> – Equipamento de HPP em utilização. (Fonte: própria) .....	5
<b>Figura 1.5</b> – Gráfico típico de uma análise de textura por corte ou perfuração (Fonte: (Barroca 2008).....	8
<b>Figura1.6</b> – Reação do teste de TBA entre o ácido 2 - Tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando um composto vermelho, medido espectrofotometricamente a 538 nm (Fonte:(Osawa, Felício et al. 2005). .....	13
<b>Figura 2.1</b> - Amostra de éster de ácido gordo, pronta para análise. Presença de duas camadas separadas pelo sal de bissulfato de sódio monohidratado.....	25
<b>Figura 2.2</b> – Material necessário para a análise de ácidos gordos por GC. O isoctano foi utilizado entre amostras para lavagem do material de injeção. ....	26
<b>Figura 2.3</b> – Homogeneizado de solução de TCA e amostra de carne para filtração. ....	27
<b>Figura 2.4</b> – Aplicação de vácuo nas amostras de clara de ovo. (Fonte: própria).....	28
<b>Figura 2.5</b> – Tubos de digestão contendo as amostras, pastilhas de digestão, água destilada e H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Fonte: própria. ....	30
<b>Figura 2.6</b> – Ponto de viragem: solução após titulação (esquerda) e solução antes da titulação com HCl (direita). Fonte: própria.....	31
<b>Figura 3.1</b> – Curva de calibração construída com soluções padrão de MDA (mM) com e linha de tendência linear. ....	52
<b>Figura 3.2</b> – Curva de calibração construída com soluções padrão de albumina (mg/ml) e linha de tendência linear. ....	64
<b>Figura 4.1</b> – Cor para as amostras tratadas a 4°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	99
<b>Figura 4.2</b> - Cor para as amostras tratadas a 20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	101
<b>Figura 4.3</b> - Cor para as amostras tratadas a -20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	102
<b>Figura 4.4</b> – Dureza para as amostras tratadas a 4°C.....	104
<b>Figura 4.5</b> – Elasticidade para as amostras tratadas a 4°C. ....	106

<b>Figura 4.6</b> – Mastigabilidade para as amostras tratadas a 4°C. ....	106
<b>Figura 4.7</b> – Coesividade para as amostras tratadas a 4°C. ....	107
<b>Figura 4.8</b> – Dureza para as amostras tratadas a 20°C. ....	109
<b>Figura 4.9</b> – Elasticidade para as amostras tratadas a 20°C. ....	109
<b>Figura 4.10</b> – Coesividade para as amostras tratadas a 20°C. ....	110
<b>Figura 4.11</b> – Mastigabilidade para as amostras tratadas a 20°C. ....	110
<b>Figura 4.12</b> – Elasticidade para as amostras tratadas a -20°C. ....	112
<b>Figura 4.13</b> – Dureza para as amostras tratadas a -20°C. ....	112
<b>Figura 4.14</b> – Mastigabilidade para as amostras tratadas a -20°C. ....	113
<b>Figura 4.15</b> – Coesividade para as amostras tratadas a -20°C. ....	113
<b>Figura 4.16</b> – <i>Cooking Yield</i> para as amostras tratadas a 4°C. ....	115
<b>Figura 4.17</b> – <i>Moisture Uptake</i> para as amostras tratadas a 4°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	115
<b>Figura 4.18</b> – <i>Moisture Uptake</i> para as amostras tratadas a 20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	117
<b>Figura 4.19</b> – <i>Cooking Yield</i> para as amostras tratadas a 20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	117
<b>Figura 4.20</b> - <i>Moisture Uptake</i> para as amostras tratadas a -20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	119
<b>Figura 4.21</b> - <i>Moisture Uptake</i> para as amostras tratadas a -20°C. * observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos. ....	119
<b>Figura 4.22</b> – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada a fresco. .....	122
<b>Figura 4.23</b> – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada a fresco. .....	122
<b>Figura 4.24</b> – Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada a fresco. .....	123
<b>Figura 4.25</b> – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 6 meses de congelação a -18°C. ....	123
<b>Figura 4.26</b> – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada após 6 meses de congelação a -18°C. ....	124

<b>Figura 4.27</b> - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 6 meses de congelação a -18°C. ....	124
<b>Figura 4.28</b> – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 12 meses de congelação a -18°C. ....	125
<b>Figura 4.29</b> – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada após 12 meses de congelação a -18°C. ....	125
<b>Figura 4.30</b> - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 12 meses de congelação a -18°C. ....	126
<b>Figura 4.31</b> – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a -18°C. ....	126
<b>Figura 4.32</b> - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a -18°C. ....	127
<b>Figura 4.33</b> – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a -18°C. ....	127
<b>Figura 4.34</b> – Índice de TBA para o Presunto (But), Costas (Kare) e Bacon (Slanina) de carne de porco em congelação a -18°C, ao longo do tempo. *#+ observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparados os diferentes grupos com o grupo inicial, analisado em fresco. ....	133
<b>Figura 4.35</b> – Capacidade de Formação de Espuma (FC) para a clara de ovo. *observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos quando comparados com o grupo controlo. ....	137
<b>Figura 4.36</b> – Drenagem para a clara de ovo. *observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos quando comparados com o grupo controlo. ....	137
<b>Figura 4.37</b> – Análise conjunta da CFE e da Drenagem. ....	138
<b>Figura 4.38</b> – Teor Proteico para a clara de ovo. *observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos, quando comparados com o grupo padrão. ....	139
<b>Figura 4.39</b> – Teor de NaCl para Truta Arco-íris fumada a frio e a quente. *#+observam-se diferenças estatisticamente significativas para os respetivos grupos. ....	142
<b>Figura 4.40</b> - Teor de WPS para Truta Arco-íris fumada a frio e a quente. *#+observam-se diferenças estatisticamente significativas para os respetivos grupos. ....	143

## Índice Tabelas

<b>Tabela 1.1</b> – Valores de WPS para diferentes produtos da pesca para temperatura de refrigeração e embalagem a vácuo, de maneira a impedir o aparecimento de <i>Clostridium botulinum</i> . (Fonte: FDA).....	22
<b>Tabela 3.1</b> – Análise da cor após tratamento HPP a 4°C .....	35
<b>Tabela 3.2</b> – Análise da cor após tratamento HPP a 20°C .....	36
<b>Tabela 3.3</b> – Análise da cor após tratamento HPP a -20°C .....	37
<b>Tabela 3.4</b> – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a 4°C.....	38
<b>Tabela 3.5</b> – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a 20°C.....	39
<b>Tabela 3.6</b> – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a -20°C....	40
<b>Tabela 3.7</b> – Resultados da análise de <i>Moisture Uptake</i> e <i>Cooking Yield</i> após tratamento a 4°C. ....	41
<b>Tabela 3.8</b> – Resultados da análise de <i>Moisture Uptake</i> e <i>Cooking Yield</i> após tratamento a 20°C. ....	42
<b>Tabela 3.9</b> – Resultados da análise de <i>Moisture Uptake</i> e <i>Cooking Yield</i> após tratamento a -20°C.....	43
<b>Tabela 3.10</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto a fresco.....	45
<b>Tabela 3.11</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon a fresco.....	46
<b>Tabela 3.12</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas a fresco. ....	46
<b>Tabela 3.13</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 6 meses de congelação a -18°C. ....	47
<b>Tabela 3.14</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 6 meses de congelação a -18°C.....	47
<b>Tabela 3.15</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 6 meses de congelação a -18°C.....	48
<b>Tabela 3.16</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 12 meses de congelação a -18°C.....	48

<b>Tabela 3.17</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 12 meses de congelação a -18°C. ....	49
<b>Tabela 3.18</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 12 meses de congelação a -18°C. ....	49
<b>Tabela 3.19</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 18 meses de congelação a -18°C. ....	50
<b>Tabela 3.20</b> – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 18 meses de congelação a -18°C. ....	50
<b>Tabela 3.21</b> - Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 18 meses de congelação a -18°C. ....	51
<b>Tabela 3.22</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, em fresco. ....	53
<b>Tabela 3.23</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, em fresco. ....	54
<b>Tabela 3.24</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, em fresco.....	54
<b>Tabela 3.25</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 3 meses de congelação a -18°C.....	55
<b>Tabela 3.26</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 3 meses de congelação a -18°C.....	55
<b>Tabela 3.27</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 3 meses de congelação a -18°C. ....	56
<b>Tabela 3.28</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 6 meses de congelação a -18°C.....	56
<b>Tabela 3.29</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 6 meses de congelação a -18°C.....	57
<b>Tabela 3.30</b> - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 6 meses de congelação a -18°C. ....	57
<b>Tabela 3.31</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 12 meses de congelação a -18°C.....	58

<b>Tabela 3.32</b> - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 12 meses de congelação a -18°C.....	58
<b>Tabela 3.33</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 12 meses de congelação a -18°C.....	59
<b>Tabela 3.34</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 15 meses de congelação a -18°C.....	59
<b>Tabela 3.35</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 15 meses de congelação a -18°C.....	60
<b>Tabela 3.36</b> - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 15 meses de congelação a -18°C.....	60
<b>Tabela 3.37</b> - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 18 meses de congelação a -18°C.....	61
<b>Tabela 3.38</b> - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do bacon, após 18 meses de congelação a -18°C.....	61
<b>Tabela 3.39</b> – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 18 meses de congelação a -18°C.....	62
<b>Tabela 3.40</b> – Valores de Capacidade de Formação de Espuma e Drenagem .....	63
<b>Tabela 3.41</b> – Teor de Proteína .....	65
<b>Tabela 3.42</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor de Humidade.....	66
<b>Tabela 3.43</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor de Proteína. ....	67
<b>Tabela 3.44</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor em Lípidos. ....	67
<b>Tabela 3.45</b> – Resultados obtidos da análise realizada às gorduras extraídas em 2.5.1.2, relativamente à sua constituição em ácidos gordos.....	68
<b>Tabela 3.46</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor de Cinza.....	69
<b>Tabela 3.47</b> – Percentagens médias e desvios padrão para cada grupo de nutrientes das amostras de desperdício de atum analisadas.....	69
<b>Tabela 3.48</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor de NaCl em Truta Arco-íris fumada a frio. ....	71
<b>Tabela 3.49</b> – Resultados obtidos na determinação do Teor de NaCl em Truta arco-íris fumada a quente. ....	72
<b>Tabela 3.50</b> – Determinação do teor de humidade para cálculo de WPS na truta arco-íris fumada a frio. ....	73
<b>Tabela 3.51</b> – Determinação de WPS para Truta arco-íris fumada a frio.....	73
<b>Tabela 3.52</b> – Determinação do teor de humidade para cálculo de WPS na truta arco-íris fumada a quente. ....	74
<b>Tabela 3.53</b> – Determinação de WPS para a truta fumada a quente.....	74

## **Abreviaturas**

**FAO** – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)

**HPP** – High Pressure Processing (Processamento a Altas Pressões)

**INE** – Instituto Nacional de Estatística

**MDA** – *Malondialdehyde* (Dialdeído Malónico)

**MPa** – Pascal (Pa) unidade padrão de pressão e tensão no SI. 1 MegaPascal (MPa) =  $10^6$  Pascal.

**PBF** – Prehrambeno Biotehnoški Fakultet (Faculdade de Tecnologia Alimentar e Biotecnologia)

**PSE** – *Pale, Soft, Exudative Quality* (Qualidade Clara, Mole e Exsudativa)

**TBA** – *Thiobarbituric acid* (Ácido Tiobarbitúrico)

**TCA** – *Trichloroacetic acid* (Ácido Tricloroacético)

**WHO** – *World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde)



# 1. Introdução

---

## **1.1 Prehrambeno Biotehnoški Fakultet - Faculdade de Tecnologia Alimentar e Biotecnologia**

A Faculdade de Tecnologia Alimentar e Biotecnologia da Universidade de Zagreb (Figura 1.1) é uma instituição de educação fundada em 1956, centrada na formação académica de peritos do ramo da tecnologia alimentar, biotecnologia e nutrição para a República da Croácia.



**Figura 1.1** – Fotografia da fachada principal da PBF (Fonte: Google Street View)

Esta instituição desenvolve, há mais de 50 anos, projetos de investigação nas várias áreas alimentares em cursos de licenciatura e pós-graduação, o que a torna na instituição de educação superior líder nesta área.

Aliando as matérias obrigatórias a outras atividades curriculares, a faculdade está comprometida não só no ideal de bem formar os seus alunos mas também na organização de atividades de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico relacionados com a área alimentar, por vezes em cooperação com entidades externas em todo o país.

Procurando proporcionar uma alargada escolha para os alunos, a faculdade possui diversos departamentos dedicados a diferentes áreas alimentares:

- Química e Bioquímica;
- Engenharia de Processos;
- Controlo de Qualidade Alimentar;
- Engenharia Bioquímica; e
- Engenharia Alimentar.

Cada departamento tem a seu cargo diversos laboratórios, cada um especializado numa determinada área. O departamento de Engenharia Alimentar possui catorze laboratórios associados, onde está inserido o Laboratório de Tecnologia de Carne e Peixe, local de desenvolvimento dos projetos descritos na presente dissertação.

### **1.1.1 Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe – Laboratório de Carne e Peixe**

O Laboratório de Carne e Peixe da Faculdade de Tecnologia Alimentar e Biotecnologia da Universidade de Zagreb (Figura 1.2) tem como principal missão a educação de alunos em cursos de graduação, pós-graduação e de programas de doutoramento. Pretende que os seus alunos adquiram conhecimentos e competências na área da tecnologia das carnes e peixe recorrendo a palestras, trabalhos práticos e seminários nos vários cursos oferecidos.



**Figura 1.2** – Laboratório de Tecnologia de Carne e Peixe (Fonte: pbf.unizg.hr)

A pesquisa científica neste Laboratório envolve tecnologias modernas em processamento de carne e peixe e métodos instrumentais de análise. O campo de pesquisa inclui o estudo de compostos voláteis e o seu impacto nas propriedades sensoriais, físico-químicas e da qualidade de produtos de carne e peixe, a análise instrumental de ácidos gordos e composição de aminoácidos de carne e peixe, a condutividade elétrica em carne e peixe congelados e frescos, a oxidação e a desnaturação de proteínas durante o armazenamento por congelação, a influência da refrigeração a vácuo e a influência do processamento a alta pressão e ultrassom na qualidade de carne de aves.

O laboratório, entre outras atividades, também oferece assistência especializada na resolução de vários problemas durante o processamento de carne e peixe para entidades externas e auxílio na implementação de sistemas de segurança alimentar

Com uma equipa confiante e bastante acolhedora, o laboratório de tecnologia de carne e peixe apela ao desenvolvimento intelectual e cívico, ajudando no crescimento social, do carácter e das capacidades individuais.

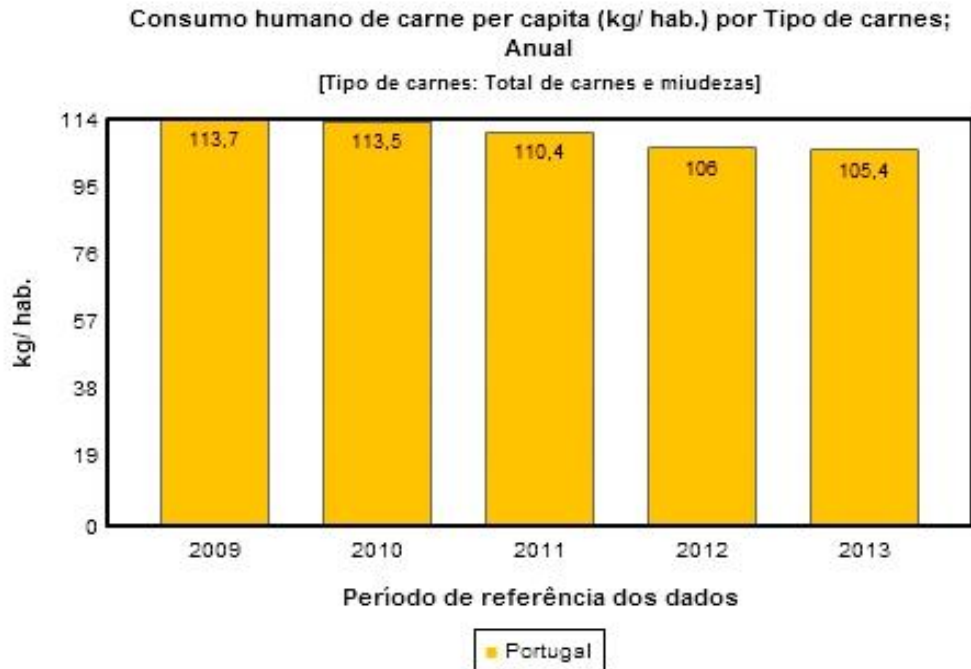
## **1.2 Qualidade Alimentar em Carne**

O conceito de qualidade alimentar tornou-se mutável no decorrer do tempo, passando da simples necessidade de segurança de um produto, para um conjunto de características que o tornam mais competitivo e apetecível ao público, em comparação com outros produtos semelhantes. Num mercado mundial onde a segurança alimentar é uma base diária, é pela qualidade alimentar que muitos dos consumidores se guia para tomar a decisão de comprar ou não determinado produto.

As tecnologias atuais aplicadas em processamento de carne visam a melhoria constante do fator “Qualidade”, tornando o mercado numa competição renhida, onde prevalece aquele que para além de segurança, proporciona ao consumidor as características específicas que este exige para determinado produto, ou até mesmo novos fatores que o surpreendam positivamente.

Segundo dados do INE, apesar do consumo de carne em Portugal ser ainda mais elevado do que o desejado – o consumo diário está estimado em 100g por dia (APN 2011), enquanto um português consome 290g – este tem vindo a decrescer, sendo os

dados mais recentes referentes a 2012, onde se regista uma queda de cerca de 5,6 kg de carne por habitante, em comparação com o ano anterior, prevendo-se que esta queda se continue a sentir (Figura 1.3).



**Figura 1.3** – Consumo anual de carne em Portugal. (Fonte: INE)

Apesar disso, o consumo de carne em Portugal é bastante significativo, pelo que há uma elevada necessidade de incremento da sua qualidade.

Atualmente entende-se por "carne de qualidade ", não apenas o produto em si, mas todo o processo de produção. Num estudo para avaliar a perceção dos consumidores em relação à qualidade da carne foi verificada a dificuldade que os mesmos têm em a efetuar (Olsen, Grunert et al. 2010). Há uma grande facilidade por parte dos compradores em nomear diferentes áreas intrínsecas à qualidade como a apresentação do produto, informação nutricional ou características higio-sanitárias, no entanto, quando questionados sobre a sua mensurabilidade, a dificuldade mostrou-se acrescida.

Apesar de ainda pouco conhecidas pelos consumidores, há técnicas já utilizadas ou ainda em estudo que permitem aumentar o grau de qualidade dos produtos cárneos, sendo assim atingidas as exigências dos compradores em relação a variadas características.

### 1.2.1 Tratamentos de Alta Pressão – HPP

O tratamento de alimentos com altas pressões, com a finalidade de prolongar a validade dos mesmos, é uma tecnologia promissora utilizada cada vez mais em estudos científicos e na indústria, não só por possibilitar a preservação das características nutricionais e estruturais dos alimentos, como também por reduzir em grande escala a atividade microbiológica dos produtos tratados.



**Figura1.4** – Equipamento de HPP em utilização. (Fonte: própria)

Trata-se da simples aplicação de pressão hidrostática em produtos alimentares geralmente embalados a vácuo ou enlatados, podendo a temperatura a que é aplicada esta pressão variar consoante o alimento a tratar ou o tipo de resultados pretendidos (Figura 1.4). Temperaturas abaixo dos 0°C são geralmente utilizadas de maneira a minimizar os efeitos de trocas de calor enquanto temperaturas perto da temperatura ambiente permitem aos alimentos não apresentar alterações nas características químicas que possam provir da exerceção de pressão. O volume, peso ou composição do alimento a tratar não afetam a ação da pressão, sendo o processo de HPP uniforme em todo o alimento a ser processado, no entanto a sua temperatura interna tende a aumentar 3°C por cada 100MPa de pressão exercida. Em alimentos termolábeis, deverão ser usadas temperaturas mais baixas durante o procedimento, de maneira a equilibrar o aumento de

temperatura, procurando-se manter no final os 25°C. Alimentos com elevado teor de gordura (acima de 25%) tendem a suportar maiores variações de temperatura. Temperaturas entre 45 e 50°C são geralmente usadas de maneira a inativar os agentes patogénicos presentes nos alimentos. Já temperaturas entre 90 e 110°C, juntamente com pressões na ordem de 500 a 700 MPa provaram ser eficazes na eliminação de bactérias produtoras de esporos como o *Clostridium botulinum* (FDA 2014).

Em produtos cárneos, o tratamento com altas pressões tem causado grande adversidade pelo impacto que causa na textura e coesão dos alimentos tratados. Assim, diferentes alternativas têm sido procuradas de modo a conseguir utilizar tratamentos HPP, sendo mantidas as características sensoriais do alimento.

### **1.2.2 Tratamento de Alta Pressão a baixa temperatura (HPP with freezing).**

Sabe-se que o principal inconveniente dos tratamentos com altas pressões passa pela acentuada perda de cor, o que torna as carnes menos atrativas aos compradores. Esta perda de cor deve-se à desnaturação das proteínas aquando do tratamento HPP (Fernández, Sanz et al. 2007). No entanto, foi possível reduzir em larga escala este problema ao realizar os tratamentos com altas pressões a temperaturas reduzidas. Em estudos realizados (Realini, Guàrdia et al. 2011), verifica-se um acentuado aumento no brilho (L\*) após o tratamento de amostras de carne de porco a 400 e 600 MPa e à temperatura de -15°C. Por outro lado, quando reduzida a temperatura para valores de -35°C, tais diferenças não se verificaram entre o grupo de controlo e as amostras tratadas.

Fernández *et al.* (2007), obtiveram resultados bastante promissores quando compararam o comportamento de carnes tratadas em ultracongelação seguido de HPP com carnes submetidas a HPP a baixas temperaturas. Verificou-se um acentuado aumento dos valores de luminosidade (L\*) quando comparados os mesmos grupos de amostras antes e após o tratamento a altas pressões sendo observável uma diferença bastante mais acentuada nas amostras sem congelação do que nas amostras congeladas.

Independentemente do modo de congelação – antes do tratamento HPP ou durante – a adição do fator “Baixa Temperatura” influencia acentuadamente a perda de cor dos produtos cárneos, revertendo assim um dos grandes entraves à utilização desta técnica na indústria.

### **1.2.3 Textura, Absorção de Humidade (*Moisture Uptake*) e Rendimento de Cozedura (*Cooking Yield*) em carnes**

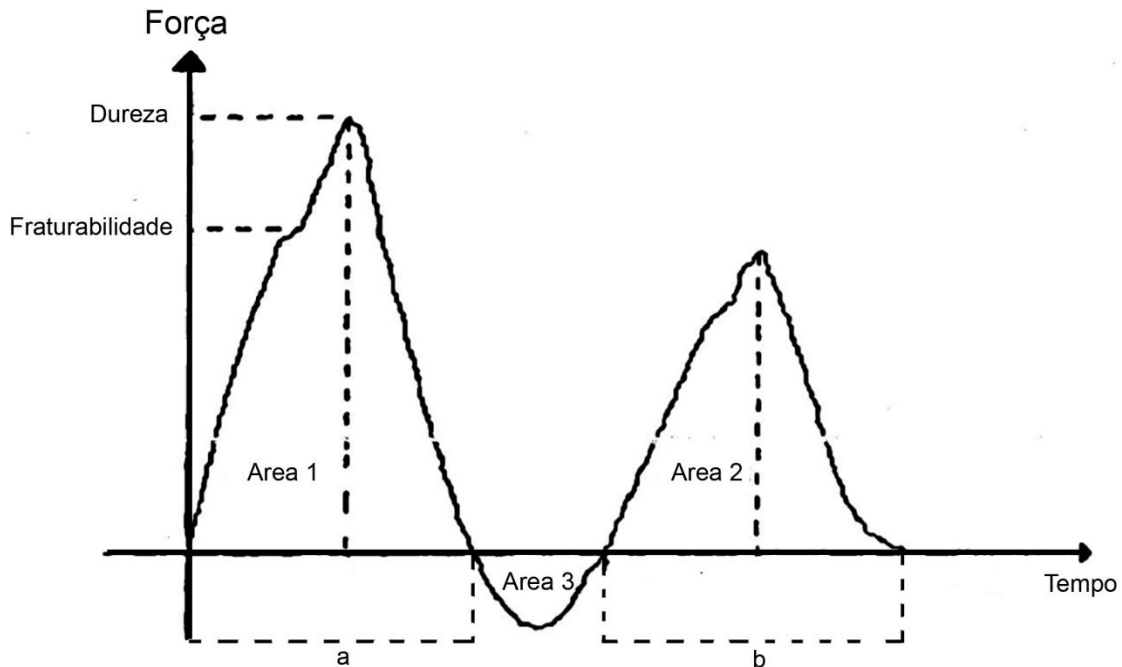
A qualidade da carne pode ser comprometida pelo surgimento da PSE que se caracteriza pela tonalidade pálida (*Pale*), uma textura mole (*Soft*) e uma capacidade de retenção de água bastante reduzida (*Exudative*), tendo a carne um aspeto envelhecido e repulsivo, podendo ainda estar própria para consumo (Laack, Liu et al. 2000).

A PSE tem sido descrita como um fenómeno resultante da desnaturação proteica ao longo do tempo, afetando a cor, textura e capacidade de retenção de água das fibras musculares. Em situações, como na utilização de HPP, com o intuito de aumentar o tempo de validade das carnes, a desnaturação proteica ocorre com elevada frequência e intensidade, ocorrendo o fenómeno de PSE, tornando-se as carnes pouco apelativas ao consumidor final, mesmo estando ainda próprias para consumo.

A textura em carnes descreve-se, segundo a Norma ISO (ISO 2008), 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”, ou seja, é um conjunto de propriedades físicas, percebidas sensorialmente através da visão (exceto a cor), audição e tato, que são derivam da estrutura interna do alimento, que por sua vez é determinada pelas interações moleculares dos seus constituintes.

Em estudos de textura (Figura 1.5) podem analisar-se variados parâmetros. De uma curva de texturómetro, analisam-se diretamente a Dureza (força máxima registada no primeiro ciclo de penetração, expressa em N) e a Fraturabilidade (quando ocorrem dois picos durante o primeiro ciclo, é dada pelo primeiro pico, expressa em N). Através do cálculo da razão entre a área do segundo ciclo pela área do primeiro ciclo, obtemos a Coesividade. Já a Adesividade, ou seja, o trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre o material e a superfície da sonda, é dada pela força negativa correspondente à Área 3, expressa em Nx<sub>m</sub>. A Elasticidade é calculada dividindo o comprimento do segundo ciclo (b) pelo comprimento do primeiro ciclo (a), resultando na proporção de recuperação do alimento depois da primeira deformação, dado em milímetros. A Gomosidade, medida em N, é a energia necessária para mastigar um semissólido e resulta da multiplicação da dureza pela coesividade, multiplicando ainda o resultado final por 100. Por fim a Mastigabilidade, ou seja, a energia requerida para mastigar o alimento, uma das medidas de textura mais importantes, é calculada multiplicando a gomosidade pela elasticidade, sendo medida em g.s. A Mastigabilidade e

a gomosidade são mutuamente exclusivas, já esta é apenas usada para semissólidos, enquanto a mastigabilidade é usada apenas para alimentos sólidos (Barroca 2008).



**Figura 1.5** – Gráfico típico de uma análise de textura por corte ou perfuração (Fonte: Barroca 2008).

Estudos sobre a influência de tratamentos HPP na textura são realizados desde 1973 onde Macfarlane descreveu a utilização de pressão hidrostática como maneira de entenreecer carnes. Segundo Campus (2010), a utilização de pressões de 100 a 200 MPa por um curto período de tempo é o suficiente para obter um grau de textura mais apreciável. No entanto, a utilização destes valores não é suficiente para se obterem resultados satisfatórios no aumento do tempo de prateleira das carnes.

Seria de esperar que aumentando os valores de pressão, se obtivessem valores de textura menores, indicativos de uma carne mais mole já com tempos de prateleira mais longos, no entanto Villacís *et al.* (2008) revelaram tratar-se exatamente da situação oposta, obtendo-se valores mais elevados de textura, indicando carnes mais duras, ainda assim, a diferença dos valores não se mostra estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

A capacidade de retenção de água (*moisture uptake*) em carnes caracteriza-se pela quantidade de água que uma amostra de carne consegue conservar após aumento da salinidade, centrifugação ou outra medida que force a saída de água da mesma.

Trata-se assim de uma percentagem em que se confronta a quantidade perdida de água de uma amostra. Da mesma maneira, a capacidade de cozedura (*cooking yield*) caracteriza-se pela perda de água durante a cozedura, um fator extremamente importante em indústria alimentar de carnes pois a retenção de água durante a cozedura torna-se numa grande fonte de rendimento (Laack, Liu et al. 2000). Para além deste benefício, uma maior capacidade de retenção de água tem demonstrado tornar as carnes mais tenras durante a cozedura, assim como mais suculentas e mais apetecíveis em termos de qualidade. Uma das maneiras de aumentar estes fatores, assim como a capacidade de cozedura e a capacidade de retenção de água, é o tratamento das carnes com marinadas, utilizando para tal, geralmente, cloreto de sódio, polifosfatos e açúcares. Apesar de ser descrito que a adição destes compostos reduz a perda de água através da cozedura (Froning and Sackett 1985), outro estudo revelou que dependendo da composição da marinada, bem como das percentagens de cada um dos constituintes na sua formulação, a quantidade de perda de água através da cozedura poderá até ser maior do que quando a carne não é marinada (Barbanti and Pasquini 2005). Seja qual for o caso, é sempre descrita uma correlação entre a quantidade de água perdida com o tempo e a temperatura de cozedura, onde quanto maior for a temperatura e o tempo a que a amostra fica exposta a esta mesma temperatura, maior irá ser a capacidade de cozedura.

#### **1.2.4 Ácidos Gordos**

De acordo com a FAO, 20 a 35% da energia ingerida diariamente por um humano adulto de estatura média deve provir do consumo de lípidos (FAO 2010). No entanto, na alimentação, apenas cerca de 2% do que consumimos diariamente devem ser gorduras (FCNAUP 2004),

Lípidos, comumente chamados de óleos ou gorduras, são um grupo bioquímico diverso cujas unidades estruturais são 3 ácidos gordos associados a uma molécula de glicerol – Triacilgliceróis. Com diversas funções biológicas, os lípidos são a principal forma de armazenamento de energia em diversos organismos bem como os principais elementos – sob a forma de colesterol e fosfolípidos – das membranas celulares. Outros grupos de lípidos, ainda que em menores quantidades, desempenham papéis cruciais nos sistemas orgânicos como transportadores de eletrões, cofatores enzimáticos, pigmentos, âncoras hidrofóbicas para diversas proteínas, emulsionantes do sistema

digestivo, como hormonas e ainda mensageiros intracelulares, auxiliando no correto funcionamento interno das células (Nelson and Cox 2005).

Os ácidos gordos constituintes dos lípidos são derivados de hidrocarbonetos daí que, como nos combustíveis fósseis, a oxidação celular de ácidos gordos em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  resulta num processo extremamente exergónico. Estes ácidos gordos são ácidos carboxílicos com cadeias de hidrocarbonetos que podem ir de 4 a 36 átomos de carbonos (C4 a C36). Dependendo do número de ligações duplas entre os átomos de carbono na cadeia de hidrocarbonetos, os ácidos gordos podem classificar-se em saturados (sem ligações duplas) ou insaturados (com ligações duplas), podendo ainda haver ácidos gordos que contenham grupos hidroxilo ou metilo associados (Nelson and Cox 2005).

A nomenclatura dos ácidos gordos compreende a simples adição do número de carbonos da cadeia principal após a letra “C” indicativa de “carbono”, seguida do número de duplas ligações, separada pelo símbolo de dois pontos “:”. Assim sendo, o comum ácido linoleico – um ácido gordo polinsaturado essencial, ou seja, apenas consegue ser obtido através da alimentação, sendo no entanto bastante necessário no metabolismo humano – constituído por 18 carbonos e duas ligações duplas, seria identificado como C18:2. Para indicar em que carbonos se encontram as ligações duplas (iniciando a contagem no carbono seguinte ao grupo hidroxilo), coloca-se o símbolo de “delta” “ $\Delta$ ” seguido dos números dos carbonos com ligação dupla. Novamente no caso do ácido linoleico, a nomenclatura completa seria C18:2( $\Delta^{9,12}$ ) (Nelson and Cox 2005).

Diferentes tipos e concentrações de ácidos gordos presentes na gordura da carne conferem características organoléticas distintas, podendo tornar as carnes mais ou menos apelativas, mesmo sem alterações ao nível da textura ou da coloração (principais formas de seleção de carnes pelo público alvo). Assim sendo, uma dieta composta por determinados ácidos gordos pode influenciar as características nutritivas e organoléticas das carnes (Raes, Balcaen et al. 2003). De acordo com um painel de provadores que provaram diferentes tipos de carne, com diferentes proporções de ácidos gordos, houve indicações que carnes cuja gordura era mais rica em Ácido Palmítico (C16:0), Ácido Esteárico (C18:0) e Ácido Oleico (C18:1) eram mais apelativas a nível organolético. Apesar de dois dos ácidos gordos encontrados em maior quantidade nas carnes preferidas pelo painel de consumidores serem ácidos gordos saturados – C16:0 e C18:0 – é o ácido gordo insaturado que se encontra em maior quantidade nessas carnes entre cerca de 1000 a 1500mg/ 100g de carne.

É de salientar, no entanto, que as características organoléticas das carnes podem ainda ser intensificadas e alteradas por outros fatores como a idade e modo de abate, tipo de criação e alimentação ou até mesmo por fatores genéticos (Raes, Balcaen et al. 2003).

No estudo das funções biológicas dos lípidos, bem como na sua caracterização e quantificação, várias técnicas têm sido utilizadas e desenvolvidas. O recurso à cromatografia gasosa (*Gas Chromatography* – GC) tornou possível a análise do perfil de ácidos gordos num período de tempo bastante reduzido. No entanto há a necessidade de recorrer a solventes orgânicos devido à insolubilidade dos lípidos em água. Desta maneira os ácidos gordos são convertidos a derivados mais simples e voláteis chamados ésteres metílicos, podendo no entanto ser utilizados outro tipo de ésteres (Christie 1993).

Os ésteres metílicos surgem com a troca do radical de um ácido gordo com o radical de um álcool, normalmente com o auxílio de ácidos ou bases como por exemplo o hidróxido de potássio. Esta troca possibilita uma maior volatilização dos ácidos gordos, tornando possível a sua análise por cromatografia gasosa. Esta técnica separa os compostos voláteis de uma mistura de acordo com a sua maior ou menor capacidade de dissolução no material da coluna cromatográfica. Os compostos movem-se através desta coluna, após aquecidos a temperaturas bastante elevadas tornando-se em compostos voláteis, sendo transportados por gases inertes como o hélio, de acordo com o seu peso molecular. Materiais mais leves tendem a chegar ao final da coluna mais depressa, sendo detetados primeiro, ficando os compostos mais pesados para trás, sendo detetados posteriormente (Nelson and Cox 2005).

De maneira a estabelecer inequivocamente o comprimento da cadeia de hidrocarbonetos ou até mesmo a posição das ligações duplas nos ácidos gordos, faz-se uma análise de massa após a passagem dos ésteres pela coluna cromatográfica – razão pela qual a técnica é comumente designada de Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massa ou *Gas Chromatography and Mass Spectrometry (GC-MS)*. Obtém-se então um cromatograma com uma série de picos, os quais representam os diferentes ácidos gordos presentes na amostra, sendo assim possível analisar a quantidade relativa de cada um dos constituintes na amostra total com base na área do pico cromatográfico correspondente.

## 1.2.5 Oxidação Lipídica

### 1.2.5.1 Determinação do Índice de TBA

Os lípidos contribuem em larga escala com características favoráveis nas carnes como melhores texturas, colorações, paladar e até mesmo cheiros mais apelativos. No entanto, os próprios lípidos são também os compostos alimentares mais instáveis, começando a sua oxidação com bastante facilidade, dando origem a reações em cadeia que não só deterioram os lípidos e os alimentos como também produzem compostos voláteis que são detetados como odores pouco apelativos a rancidez (Anetta, Eva et al. 2013).

Inicialmente estudada por cientistas na área alimentar como um mecanismo prejudicial à qualidade de óleos e gorduras, a oxidação lipídica é hoje considerada o principal processo responsável pela deterioração da qualidade das carnes durante o seu armazenamento. Várias são as características influenciadas pela oxidação lipídica nas carnes como o sabor, a coloração, textura ou valor nutricional, começando a rancificação após o abate e continuando durante todo o tempo de armazenamento. Assim, melhores condições de armazenamento e embalagem – baixas temperaturas, atmosferas modificadas e controladas, materiais de embalagem propícios, etc. – ajudam a diminuir a velocidade de oxidação, mas não a evitá-la completamente.

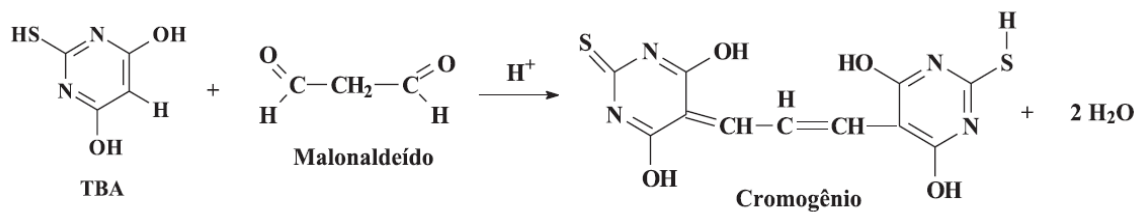
Apesar de todos os tipos de carne estarem sujeitos à oxidação lipídica, em carnes com maior teor de fosfolípidos – e assim maior teor de ácidos gordos polinsaturados, como as carnes de aves – a oxidação é bastante mais intensa, alterando, entre outras coisas, o sabor da carne, provocando o aparecimento de exsudados devido à diminuição da capacidade de retenção de água ou alterando a cor (Kemin 2009).

Como resultado da oxidação lipídica e da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos gordos, observa-se a formação em grande escala de dialdeído malónico (*Malondialdehyde* ou MDA) entre outros produtos. É portanto este o composto que mais se procura quantificar para determinar o grau de deterioração das carnes e o seu grau de oxidação (Osawa, Felício et al. 2005).

Dialdeído Malónico, ou Malonaldeído (MDA), é um dialdeído de fórmula  $\text{CH}_2(\text{CHO})_2$ , com grupos carbonilo nos carbonos C-1 e C-3, que ocorre como produto natural da oxidação lipídica em carnes, intensificando-se no *post mortem*, sendo o principal contribuinte para a rancificação das carnes e conseqüentemente pela sua inaptidão para consumo.

A quantificação de MDA foi inicialmente feita em produtos lácteos, tendo sido posteriormente estudada também em carnes. No teste de quantificação de MDA, onde ocorre a reação de duas moléculas de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com uma molécula de malonaldeído (Figura 1.6), resultando num composto vermelho cuja coloração é medida espectrofotometricamente num comprimento de onda entre 500 e 550 nm – sendo dada preferência a um comprimento de onda de 532 nm – permitindo quantificar o dialdeído malónico presente em produtos alimentares. A quantificação é feita através de curvas de calibração, com quantidades conhecidas de malonaldeído, sendo depois calculada a concentração de TBA expressa em unidades de absorvência por unidade de massa da amostra ou em valor de TBA, expresso em mg de MDA por kg de amostra analisada (Osawa, Felício et al. 2005).

Apesar de em carnes não ser significativo, para outros compostos como óleos de fritura saturados, o teste de TBA pode torna-se inviável devido à presença de outros produtos de degradação que não o MDA como gliceraldeídos, alcanos, alcenos, alcadienos entre outros aldeídos e cetonas que podem também reagir com o TBA, sendo obtidos resultados inviáveis (Grau, Guardiola et al. 2000).



**Figura1.6** – Reação do teste de TBA entre o ácido 2 - Tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando um composto vermelho, medido espectrofotometricamente a 538 nm (Fonte: Osawa, *et al.* 2005).

### 1.3 Qualidade Alimentar em Ovos

Desde o período mesolítico (5000 a. C.) que há indícios do consumo de ovos pelos seres humanos. A sua fácil digestão e elevada qualidade nutricional, aliada ao baixo custo, fazem deste alimento um recurso habitual na alimentação de pessoas de todas as idades. Contudo, nas últimas décadas assistiu-se a um decréscimo no consumo de ovos devido a suspeitas de que a sua ingestão aumentaria os níveis de colesterol no sangue, levando a uma maior propensão a doenças cardiovasculares. Deve-se, no entanto salientar que o colesterol desempenha um papel fundamental nos organismos, como parte integrante das células, síntese de hormonas esteroides e hormonas sexuais,

na formação e na secreção da biliar assim como na síntese de vitamina D (Nelson and Cox 2005). Muitas das doenças cardiovasculares atribuídas apenas ao consumo de alimentos ricos em colesterol, como os ovos, são na realidade devidas a predisposição genética, consumo de gorduras saturadas (as gorduras presentes nos ovos são insaturadas), consumo de tabaco, utilização de medicação anticoncepcional ou até mesmo *stress* (Spence, Jenkins et al. 2012).

Um dos estudos mais recentes efetuado pelo Departamento de Obesidade da Pennington Biomedical Research Center da Universidade do Estado de Louisiana demonstrou que o consumo de ovos de manhã está diretamente relacionado com a perda de peso. Numa análise a 152 pacientes, onde um dos grupos ingeria dois ovos a cada manhã enquanto o outro consumia um pequeno-almoço à base de *bagel* (pão tradicional nos EUA) observou-se, ao fim de oito semanas, uma notória diferença entre ambos os grupos, onde o grupo que ingeria ovos de manhã perdeu cerca de 65% mais peso (Wal, Gupta et al. 2008).

A parte do ovo mais utilizada é certamente a clara – constituindo cerca de 60% do total do ovo – devido às suas características nutricionais (Anexo A) – constituída por cerca de 88% de água, rica em proteínas e minerais (INSA 2010) –, gelificantes, emulsificantes e à sua capacidade de formação de espuma, dando aos alimentos sabores, texturas e cores bastante características.

A importância da utilização da clara do ovo na indústria alimentar tem aumentado seriamente nos últimos anos, havendo uma necessidade acrescida de melhorar este ingrediente a nível de segurança, tendo-se inicialmente apostado na pasteurização da clara de ovo líquida. No entanto, o processo de pasteurização reduz em larga escala a capacidade de formação de espuma da clara de ovo, procurando-se alternativas viáveis como o HPP.

### **1.3.1 HPP em clara de ovo e Capacidade de formação de espuma (*Foaming capacity*)**

Estudos de HPP em clara de ovo, revelaram que este processo reduz a carga microbiológica, tornando o alimento seguro, para além de aumentar a capacidade de formação de espuma que é determinada pela percentagem de incremento de volume da clara de ovo quando submetida a agitação constante. A albumina – proteína presente na

clara de ovo – é responsável pelo fenómeno de formação de espuma pois tem a capacidade de absorver ar durante o processo de agitação (Plancken, Loey et al. 2007).

Em testes num espectro de pressões de 0 MPa a 400 MPa aplicada durante 10 minutos em clara de ovo, obteve-se não só uma eliminação eficiente de microrganismos patogénicos mas também um aumento da *Foaming Capacity* a partir de 200MPa de pressão, sendo esta máxima num valor de 350 MPa, tendo atingido cerca de 200% do volume inicial da clara (Yang, Li et al. 2009).

Por outro lado, a produção de líquido após a formação da espuma foi registada ao fim de 10 minutos, sendo um dos mecanismos de destruição da espuma. Determinou-se ainda que misturar as claras por um tempo excessivo ou deixar a espuma em contacto com o ar por períodos demasiado longos são outras formas de destruição da espuma de clara de ovo. Este líquido resulta da água que rodeia as bolhas da espuma que naturalmente escorre, formando uma camada de líquido no fundo que à medida que se forma arrasta consigo as proteínas do microfilme das bolhas de ar que irão ficar mais finas ao longo do tempo, acabando por romper degradando assim a espuma. Uma maior drenagem de líquido num menor período de tempo é indicativa de uma menor *Foaming Capacity*, bem como de uma espuma de menor qualidade (Lomakina and Míková 2006). Yang, Li *et al.* (2009) demonstraram que a formação de líquido foi máxima a 200 MPa – a mesma pressão onde a *Foaming Capacity* foi menor – tendo depois diminuído com o aumento de pressão, sendo mínima a 350 MPa.

### **1.3.2 Determinação do teor de proteína.**

A proteína existente na clara do ovo é a ovoalbumina, constituindo 6,5% do peso total. A ovoalbumina tem uma estrutura bastante similar aos tecidos humanos, sendo absorvida muito rapidamente quando ingerida (Ahn 2014).

O método mais preciso na determinação da composição de aminoácidos de proteínas é certamente a hidrólise com o auxílio de ácidos, seguida da análise dos aminoácidos constituintes. A maioria dos métodos utilizados não é tão preciso na determinação da concentração absoluta de proteína, não sendo o método de Lowry uma exceção, no entanto este método tem uma sensibilidade moderadamente constante de proteína para proteína, sendo totalmente aceite para determinação do teor proteico em soluções, como é o caso da albumina.

O método é baseado na reação das ligações peptídicas com cobre em ambiente alcalino, produzindo iões  $\text{Cu}^+$ . Estes iões, por sua vez, reagem com o reagente de Folin, dando-se uma reação Folin-Ciocalteu que embora não seja totalmente compreendida se baseia na redução de fosfomolibdotungstato a heteromolibdénio, obtendo-se um composto azul que é depois medido espectrofotometricamente (Waterborg 2009).

Existem vários *kits* comerciais baseados no método de Lowry que utilizam normalmente duas soluções: uma primeira de tartarato de cobre alcalino e uma segunda de reagente de Folin, composto numa mistura de molibdato, tungstato e ácido fosfórico.

## **1.4 Qualidade Alimentar em Pescado**

### **1.4.1 Composição Nutricional do Atum para aproveitamento de desperdícios de produção**

O atum, peixe tradicionalmente fusiforme do género *Thunnus*, de corpo alongado e comprimido lateralmente, é um peixe encontrado praticamente em todo o mundo (DGPA 2008), sendo de grande importância económica para a maioria dos países onde é feita a sua captura ou cultura. Como a maioria dos peixes, o atum contém dois tipos de músculo: vermelho e branco. O músculo branco encontra-se maioritariamente ativo durante períodos de pequena duração, nos quais é necessário um grande impulso e um enorme esforço dos músculos. Já o músculo vermelho é utilizado em movimentos contínuos e quando o peixe nada a grandes velocidades por longos períodos, sem que daí resulte uma fadiga extrema. Em proporção, o músculo vermelho nos atuns encontra-se em muito maior quantidade quando comparado com outros peixes, para além de que os seus músculos têm a capacidade de funcionamento em ambientes aeróbios e anaeróbios (Schmidt-Nielsen 1997). Este incremento na proporção de músculo vermelho é justificado pela necessidade do atum se manter em constante movimento – as trocas de oxigénio e dióxido de carbono nas guelras fazem-se por difusão, sendo auxiliadas pela constante passagem de água pelas guelras enquanto o atum se desloca, de boca aberta – e devido às grandes migrações por ele feitas (FAO 2014).

Devido às diferentes proporções entre o músculo vermelho e branco dos atuns, ocorrem variações nos preços praticados entre as várias espécies. Atuns como o Voador (*Thunnus alalunga*) são geralmente comercializados como atuns enlatados, de baixo valor comercial pois a sua carne é maioritariamente branca, de inferior qualidade, textura seca e sabor idêntico ao de carne de galinha. Em oposição, o Atum-Rabilho (*Thunnus*

*thynnus*) é um atum com coloração bastante mais avermelhada devido à necessidade de músculo vermelho nas longas migrações. Para além da sua raridade, o Atum-Rabilho é bastante apreciado no Japão para *Sashimi* devido ao seu grande tamanho e à consistência da sua carne, bastante rica em gordura (atuna 2014).

#### **1.4.1.1 O atum na croácia**

A produção de peixe é uma das principais fontes de rendimento para a República da Croácia. Em 2010 foram exportadas 29 375 toneladas de pescado, representando o atum cerca de dois quintos desse total (FAO 2014).

Um dos principais produtos da aquacultura croata é precisamente o Atum-Rabilho, exportando este produto principalmente para o Japão. Até meados de 1982, o Atum-Rabilho não era capturado em larga escala como atualmente. Após esta data, tanto na América como no Japão este peixe começou a ser seriamente procurado (Atlantic 2014), chegando ao ponto de se encontrar hoje na lista de animais em risco de extinção (WWF 2014). Deste modo, as aquaculturas são uma boa maneira de combater a sobre-exploração, já que o nível de sobrevivência dos peixes aumenta bastante, e o tempo necessário para o seu crescimento decresce quando comparado com os peixes de captura.

#### **1.4.1.2 Composição Nutricional do Atum**

De modo geral, os alimentos podem ser divididos em cinco componentes principais que constituem o seu perfil nutricional: água, proteínas, lípidos, hidratos de carbono e parte inorgânica/cinzas (minerais, compostos ferrosos entre outros), podendo-se depois especificar os diferentes tipos de lípidos, proteínas etc. que constituem o alimento. No caso do atum, num estado não deteriorado (fresco) e não cozinhado, o teor de hidratos de carbono é desprezável sendo a sua composição, em média para os restantes componentes de 68,7% de água, 24,1% de proteína, 4,9% de gordura total e 2,3% de matéria inorgânica (INSA 2014). Estes valores (Anexo C) alteram-se dependendo das espécies de atum e da parte do atum que está a ser analisada.

Há diferentes testes que podem ser realizados para obter os valores nutricionais dos alimentos. Na extração de proteínas, o método mais utilizado é, sem dúvida, o método de Kjeldhal, onde é quantificado o teor de azoto total, aplicando-se depois um

fator para se obter apenas o azoto normalmente encontrado nas proteínas, excluindo-se assim aquele que se encontra em outros constituintes do alimento.

No caso dos lípidos, a legislação portuguesa indica que o método acreditado e normalmente utilizado para quantificação do teor total de gordura (NP – 1613:1979) é o Método de Soxhlet, no qual se utiliza um extrator de Soxhlet. Neste método a amostra é colocada num balão que contém um solvente orgânico ao qual é adaptado um condensador. Através do aquecimento do solvente, os vapores passam pela amostra, arrastando consigo através de diluição a gordura presente nesta, sendo posteriormente condensados e recolhidos para análise. Infelizmente, este método é apenas eficaz em amostras sólidas que têm ainda de ser secas e reduzidas em tamanho, para que a dissolução da gordura presente nestas seja eficiente (Erowind 2014). Desta maneira, outros métodos foram sendo criados, permitindo a extração de lípidos de amostras líquidas, sem restrições de tamanho e de forma mais rápida, entre eles o método proposto por Foppe Smedes, em 1999. Neste método é utilizado o princípio de que os lípidos se dissolvem em solventes como o ciclohexano e o isopropanol, havendo depois transferência destes mesmos lípidos apenas para o ciclohexano, após adição de água. O solvente orgânico – contendo os lípidos – e a água são separados por centrifugação, havendo posteriormente a evaporação do solvente num evaporador rotativo, ficando apenas a gordura extraída que pode então ser pesada e analisada (Smedes 1999).

Para a análise de cinzas utiliza-se, por convenção, o método de incineração, onde uma amostra do alimento é pesada e posteriormente incinerada a temperaturas que podem variar entre 400 e 700 °C, sendo que geralmente é adotada a temperatura de 550 °C. A matéria orgânica existente no alimento é volatilizada, permanecendo apenas a fração inorgânica do alimento que é posteriormente pesada e possivelmente analisada mais profundamente (Cecchi 2003).

O teor de água é certamente o componente dos alimentos mais fácil de analisar. Usando o princípio de que a água evapora ao atingir a temperatura de 100 °C, uma porção do alimento a analisar, com massa conhecida, é colocada em estufa a temperatura ligeiramente superior a 100 °C, permanecendo durante determinado período de tempo, até que o peso da amostra se torne constante, indicando que toda a água foi evaporada (Figueiredo 2009).

#### **1.4.1.3 Aproveitamento de resíduos de pescado**

Na indústria do pescado existem sempre substâncias não desejadas, originárias do processamento e manuseamento do peixe. Estes desperdícios tendem a ser um dos grandes problemas da indústria alimentar, pela elevada quantidade de resíduos que é gerada. Estima-se que apenas 43% (359 964 toneladas só no reino Unido) de todo o pescado capturado é realmente utilizado para consumo. Há grandes desperdícios ao longo do processo de preparação do pescado, começando ainda em mar, onde 17% é descartado a bordo por tamanho insuficiente ou características não desejáveis e 5% é proveniente do processo de amanha ainda em mar. Os restantes 35% do pescado são considerados desperdícios, já em terra, resultante do processamento e manuseamento do pescado (Archer 2001).

O tratamento destes resíduos é obrigatório (EU 2009), sendo que a sua maioria é normalmente utilizada na produção de farinha ou óleo de peixe, pelo que apenas uma pequena percentagem é utilizada para outros fins como produção de pigmentos, biodiesel ou cosmética (Arvanitoyannis and Kassaveti 2008). A distinção dos resíduos de pescado nos diferentes tipos de produtos dependerá sempre do perfil nutricional do pescado em questão.

Na produção de farinha de peixe para alimentação em aquaculturas, obtém-se uma pasta bastante rica em proteínas, derivada dos desperdícios de peixe. Durante este processo, as aparas, vísceras e outras partes dos peixes capturados não utilizadas são trituradas e depois gradualmente desidratadas, para além de lhes ser removido, também gradualmente, o teor de gordura, através da extração dos óleos. É uma forma bastante eficiente de tratar os resíduos animais provenientes da indústria do pescado pois diminui o custo de produção em aquacultura, para além de ser bastante aceite socialmente e não afetar diretamente o ambiente (Arvanitoyannis and Kassaveti 2008).

Os óleos de peixe, gordura que se encontra no estado líquido à temperatura ambiente, são outra das formas de gerir os resíduos da indústria do pescado. Utilizados no fabrico de margarinas, sabões, cosméticos e curtumes, o aproveitamento dos óleos de peixe provaram ser mais proveitosos devido aos problemas que a sua simples eliminação, por sistemas de esgotos e afins, poderia causar. Sendo uma gordura, os óleos de peixe têm tendência a saponificar, levando ao entupimento de sistemas de esgotos e à necessidade de utilização de compostos ricos em potássio e sódio para limpeza desses mesmos sistemas, sendo extremamente prejudiciais ao meio ambiente.

Assim, este tipo de aproveitamento traz benefícios não só monetários como ambientais (Vaz-Pires 2012).

#### **1.4.2 Truta Arco-Íris (*Oncorhynchus mykiss*) fumada (*Drysmoked Rainbow Trout*)**

A truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) é um salmonídeo fusiforme, de corpo acastanhado ou amarelado, coberto de manchas pretas na parte dorsal que se podem estender às barbatanas dorsais e caudal. Com comprimento que pode chegar a 45 centímetros, a truta arco-íris é um peixe originário dos rios da América do Norte, mas devido à facilidade da sua reprodução em cativeiro, rápido crescimento, elevada tolerância a ambientes desfavoráveis e valor comercial relativamente alto, rapidamente se tornou uma das espécies de eleição para aquacultura em mais de 45 países, disseminados pela América do Sul, Europa, África e Austrália tendo atingido em 2012 as 855 981 toneladas produzidas em aquacultura (FAO 2014).

##### **1.4.2.1 Preservação de pescado através da fumagem**

A fumagem dos alimentos com a finalidade de os preservar é um dos primeiros métodos de conservação descoberto pelo Homem, ainda em tempos pré-históricos. Cedo se percebeu que expor os alimentos ao fumo de fogueiras lhes proporcionava um maior tempo de conservação, para além de adquirirem sabores mais agradáveis.

O fumo ao qual os alimentos são expostos transporta consigo compostos, na sua grande maioria antibacterianos e antioxidantes, que se depositam na superfície dos alimentos, atrasando assim a ação microbiana e enzimática. Como a fumagem tradicionalmente envolve uma ação de secagem, a perda de água dos alimentos durante este processo diminui também em muito a possibilidade de desenvolvimento microbiano no alimento (Vaz-Pires 2012).

É possível dividir a fumagem dos produtos alimentares em três tipos distintos: fumagem a quente, a frio e fumagem líquida. Na fumagem a quente os alimentos são expostos a fumo a temperaturas entre 60 e 80 °C, havendo assim a secagem do alimento juntamente com a deposição dos compostos transportados pelo fumo, sendo este o tipo de fumagem tradicionalmente realizado por serem necessárias poucas horas para que o produto fique terminado. A fumagem a frio é realizada por períodos muito superiores aos da fumagem a quente, podendo mesmo chegar a dias. Neste tipo de fumagem faz-se circular fumo em redor dos alimentos a temperaturas não superiores a 25-30°C, com

elevada humidade relativa (TetraQual 2014). Devido a todos estes parâmetros a comunidade científica não pode considerar este processo como livre de risco para a saúde humana, pois as temperaturas a que este é realizado, o elevado tempo que demora e a elevada humidade relativa podem ser suficientes para permitir o crescimento microbiano nos alimentos (NCHFP 2014). Por fim, a fumagem líquida é o processo de fumagem mais recente, onde os alimentos são misturados com líquidos nos quais se encontram retidos os compostos antibacterianos e antioxidantes benéficos do fumo, sem os compostos normalmente prejudiciais inerentes à incineração das madeiras e outros produtos usados na produção do fumo como os benzopirenos (TetraQual 2014). A adição destes fumos pode ser feita durante a adição de condimentos, como é o caso das salsichas industriais, mergulhando os alimentos no próprio líquido ou pulverizando estes fumos líquidos nos alimentos. Este processo tem o inconveniente de não ser necessária uma secagem dos alimentos, não reduzindo assim a percentagem de água presente nestes, havendo uma maior probabilidade de crescimento microbiano do que no caso de se realizar uma secagem adicional. Todavia o controlo sobre a intensidade do sabor a “fumo” e a profundidade da fumagem são vantagens bastante benéficas na indústria alimentar, permitindo a produção de alimentos mais similares (NCHFP 2014).

#### **1.4.2.2 Water Phase Salt (WPS)**

*Water Phase Salt* é um termo utilizado para a comparação do teor em sal (NaCl) com o teor de humidade de determinada amostra, calculando-se um *ratio* dos dois parâmetros. A título de exemplo, um peixe com 5% de sal e 70% de humidade terá um WPS de 6,7%. Um peixe seco, por exemplo, a 50% irá necessitar de um maior teor de sal para se obter um valor de WPS igual ao do exemplo anterior (BCCDC 2013). Desta maneira, o valor de WPS pretende unificar e facilitar o cálculo de sal a adicionar a produtos da pesca, indicando um valor base para este *ratio* de maneira a prevenir o aparecimento de bactérias como *Clostridium botulinum* (Tabela 1.1).

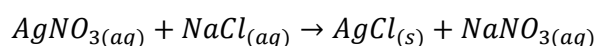
Fish product	WPS	Storage temp/Packaging
Surimi	2.5%	refrigerated/reduced oxygen
Smoked Fish	3.5%	refrigerated/reduced oxygen
Pickled Fish	5.0%	refrigerated/reduced oxygen
Salted Fish	20.0%	room temp/reduced oxygen

**Tabela 1.1** – Valores de WPS para diferentes produtos da pesca para temperatura de refrigeração e embalagem a vácuo, de maneira a impedir o aparecimento de *Clostridium botulinum*. (Fonte: FDA)

A *Food and Drug Administration* indica vários valores de WPS de maneira a prevenir a formação de bactérias prejudiciais à saúde. Em produtos fumados o valor de WPS não deve ser inferior a 3,5% no produto acabado, exigindo este valor que o produto seja mantido em condições de refrigeração, caso contrário bactérias como *C. botulinum* ou *B. cereus* conseguem persistir em produtos com WPS de 10% e 18%, respetivamente. É encorajado que este valor seja incluído nos Pontos Críticos de Controlo, com monitorização adequada (FDA 2011).

#### 1.4.2.3 Determinação do Teor de Sal em Alimentos – Método de Mohr

O método de Mohr (1856) utiliza iões cromato como indicador na determinação de iões cloreto com uma solução padrão de Nitrato de Prata ( $\text{AgNO}_3$ ). Os iões  $\text{Ag}^+$  reagem com o ião  $\text{Cl}^-$  presente na solução de Cloreto de Sódio ( $\text{NaCl}$ ) formando Cloreto de Prata ( $\text{AgCl}$ ). Quando não existirem mais iões cloreto disponíveis para reagir com os iões de prata, serão os iões cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), presentes no Cromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) utilizado como indicador, a estabelecer ligações com os iões  $\text{Ag}^+$  formando Cromato de Prata ( $\text{Ag}_2\text{CrCO}_4$ ), dando à cor amarelada da solução, uma tonalidade mais escura (Korkmaz 2011). De maneira a facilitar a observação da mudança de cor da solução, o pH desta deverá ser corrigido para 10, utilizando para isso  $\text{NaOH}$  na concentração de 1M, pois este não irá interferir com as reações entre o ião prata e o ião cloreto, tornando a titulação mais precisa. O método de Mohr tem em conta a equação química:



## 2. Materiais e Métodos

---

### 2.1 Qualidade Alimentar em Carne

#### 2.1.1 Carne de peito de frango

##### **2.1.1.1 Alterações em diferentes parâmetros físico-químicos em peito de frango tratado em HPP**

Diferentes amostras de peito de frango, colocadas em sacos selados através de um aparelho de vácuo *Laboratory vacuum system, Germany*, tipo *LVS 105 T* foram submetidas a pressões de 100, 200 e 300 MPa, durante 5 e 10 minutos e a temperaturas de 4°C e 20°C, utilizando uma câmara de altas pressões cilíndrica, feita por medida, de 20cm de diâmetro e 29cm de altura, com paredes duplas e tampa de vidro acrílico com selagem a vácuo e abertura para sonda ultrassónica ajustada a um sistema de criação de vácuo *Stansted Fluid Power, UK*. Foram ainda analisadas amostras submetidas a 150MPa durante 30 minutos e 250 MPa durante 60 minutos, a uma temperatura de -20°C. Depois do tratamento em alta pressão procedeu-se à análise da cor, da textura, da capacidade de retenção de água (*Moisture Uptake*) e do rendimento de cozedura (*Cooking Yield*). As amostras foram analisadas inicialmente em triplicado – análise a 20°C – optando-se depois por uma análise em duplicado, mantendo-se também uma amostra duplicada, sem tratamento, para controlo.

##### **2.1.1.2 Cor**

Inicialmente pretendia-se comparar as alterações da cor após se submeter a carne a altas pressões, para além de se dividir as amostras entre Claras (valor de  $L^* > 51$ ) e Normais (valor de  $L^*$  entre 45-49). Contudo, devido a avaria no colorímetro, apenas se conseguiram obter dados de cor após o tratamento, tendo sido utilizado um colorímetro adquirido posteriormente, não havendo dados da cor da carne antes do tratamento de maneira a se proceder a uma comparação.

A cor foi avaliada através dos parâmetros  $L^*a^*b^*$ , tendo sido apenas considerado o parâmetro  $L^*$  que determina a luminância/claridade, num espectrofotómetro modelo CM-700d, Konica Minolta.

### **2.1.1.3 Textura**

Na análise da textura foi utilizado um texturómetro TA.HDplus, tendo sido realizados cortes com uma lâmina de terminação afiada em 45°. Foram então analisados os dados obtidos, calculando-se a dureza (N), a elasticidade (mm), a capacidade de mastigação ou *chewiness* (g/s) e a coesividade.

### **2.1.1.4 Moisture Uptake**

Na análise de *Moisture Uptake* foi utilizado o método descrito em Laack, *et al.* (2000), sendo pesadas para tubos de ensaio 6g de amostra, com um erro de  $\pm 0,02g$ , às quais foram adicionados 10ml de solução de NaCl a 3,5%. As amostras foram agitadas vigorosamente durante 15 segundos e deixadas repousar à temperatura ambiente por 30 segundos, sendo posteriormente centrifugadas durante 15 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante foi então retirado, e o tubo completamente seco, analisando-se o peso final do tubo.

### **2.1.1.5 Cooking yield**

Na análise de *Cooking Yield*, a amostra resultante do processo descrito em 2.1.1.4 foi incubada durante 20 minutos num banho a 80°C. Após este tempo, a água libertada pela amostra foi excluída, sendo o tubo bem secado e pesado, também como descrito em Laack *et al.* (2000).

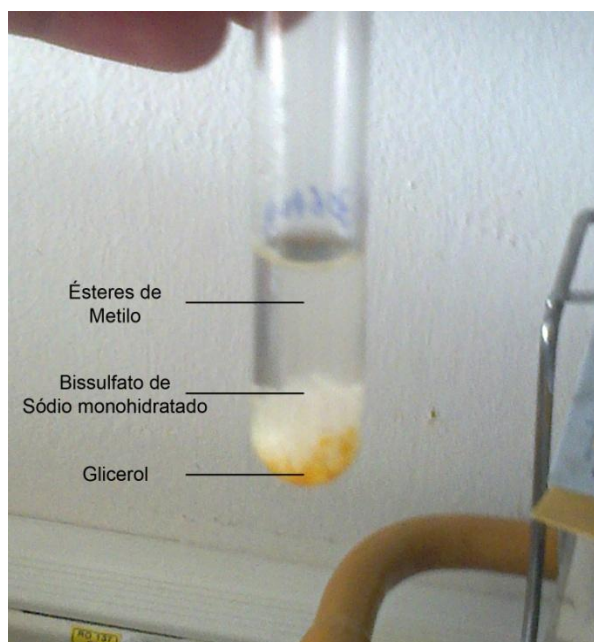
## **2.1.2 Carne de porco**

### **2.1.2.1 Análise da composição em ácidos gordos de carne de porco durante o tempo de congelação**

Foram analisadas 60 amostras de carne de porco a pedido de uma entidade de fiscalização de segurança alimentar (devido a protocolos de confidencialidade não foi dada a informação concreta de que entidade se tratava), divididas em 20 amostras da zona da barriga (*Slanina*), 20 amostras da zona das costas (*Kare*) e 20 amostras da zona das coxas (*But*). As amostras foram analisadas em fresco, assim que rececionadas e congeladas a -18°C, sendo novamente analisadas ao fim de 6, 12 e 18 meses. Durante o período do estágio, foram realizadas as análises dos 12 e 18 meses, tendo as análises aos 0 e 6 meses sido realizadas por outro operador. Os dados referentes a esta análise foram no entanto partilhados. Aos 0 meses foram encontradas adversidades ao plano de análise proposto. Inicialmente pretendia-se juntar as amostras duas a duas, de modo a

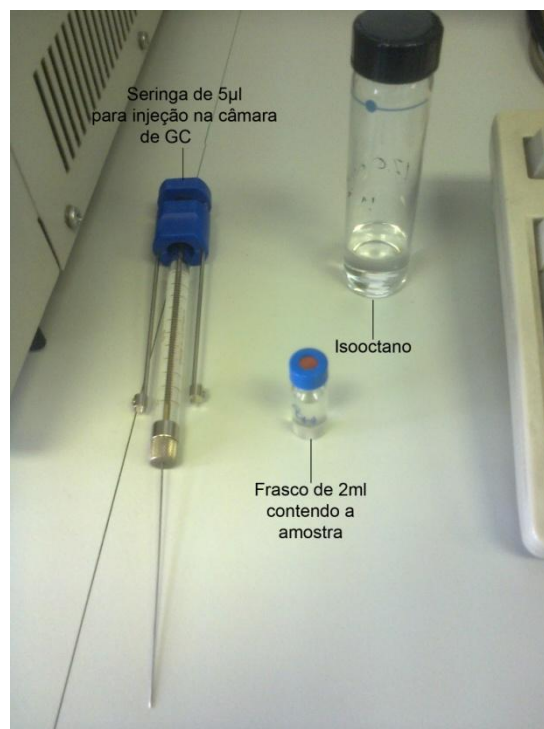
obter valores de ácidos gordos quantificáveis e um número de amostras significativo ( $n=10$ ). Neste teste inicial, não foram entregues dois conjuntos de amostras da zona das coxas (B3 e B4; B19 e B20) pelo que a sua análise só foi realizada nos testes posteriores, já após congelação. Procedeu-se ainda à análise de dois conjuntos de amostras em simultâneo da zona das costas (K13 e K14; K15 e K16) de maneira a obter uma massa suficiente para análise. Na análise das amostras aos 6, 12 e 18 meses mudou-se o plano de amostragem, agregando-se as amostras 5 a 5 na análise dos 6 meses. No entanto, como o valor de  $n$  se tornou demasiado pequeno, optou-se posteriormente por juntar as amostras 4 a 4, obtendo-se um  $n$  final de 5.

Na preparação dos ésteres metílicos de ácidos gordos foi utilizado o método descrito na ISO 5509 (ISO 2000), onde foram pesados para microtubos  $60\pm 1$ mg de gordura (entregue por outro departamento da faculdade) aos quais foram adicionados 4ml de isoctano e 200 $\mu$ l de solução de hidróxido de potássio 2,0 mol/L. As amostras foram agitadas durante 30 segundos, adicionando-se depois 1g de bissulfato de sódio monohidratado, de modo a separar as duas camadas formadas (Figura 2.1).



**Figura 2.1** - Amostra de éster de ácido gordo, pronta para análise. Presença de duas camadas separadas pelo sal de bissulfato de sódio monohidratado (Fonte: própria).

Transferiram-se então 1,5ml de sobrenadante, contendo os ésteres metílicos de ácidos gordos, para frascos de análise de GC, injetando-se 1 $\mu$ l de amostra (Figura 2.2) num GC *Gas Chromatograph 610 series, Unicam, England*, equipado com um detetor *FID*. A separação dos ésteres metílicos foi feita numa coluna capilar *Trace TR-FAME* – com medidas de 30m x 0,22mm x 0,25 $\mu$ m – com uma fase estacionária composta por 70% de cianopropil polisilfenileno-siloxano – *Thermo Scientific, Waltham, MA, USA* – utilizando-se hélio como gás de arraste, ao caudal de 0,7ml/min. As temperaturas do injetor e do detetor foram fixadas em 230 $^{\circ}$ C e 280 $^{\circ}$ C, respetivamente. A temperatura inicial do forno foi fixada em 120 $^{\circ}$ C, estando programada para aumentar a um gradiente de 4 $^{\circ}$ C/min até se atingir a temperatura de 160 $^{\circ}$ C e, posteriormente, a um gradiente de 10 $^{\circ}$ C/min até se atingir a temperatura de 190 $^{\circ}$ C (ISO 1990). Os ésteres metílicos de ácidos gordos foram identificados por comparação dos tempos de retenção com um padrão *FAME* (C8:0 – C22:0). Calculou-se a área de cada pico cromatográfico, correspondente a um ácido gordo diferente, de forma a estimar a sua percentagem na amostra total.



**Figura 2.2** – Material necessário para a análise de ácidos gordos por GC. O iooctano foi utilizado entre amostras para lavagem do material de injeção (Fonte: própria).

### **2.1.2.2 Análise do Índice de TBA de carne de porco durante o tempo de congelação**

As amostras descritas em 2.1.2.1 foram analisadas de modo a quantificar o índice de TBA durante o tempo de congelação. Assim como em 2.1.2.1, as análises antes dos 12 meses de congelação foram realizadas por outro colaborador.

As amostras de carne foram analisadas utilizando em fresco, sendo posteriormente congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$  e analisadas ao fim de 3, 6, 12, 15 e 18 meses de congelação. Na análise realizada aos 0 e 3 meses de congelação, não existem dados para as amostras B17 e B18, devido a erro de operador.

No teste de TBA foram pesados  $20\pm 0,1\text{g}$  de amostra, aos quais se adicionaram 40ml de solução de TCA a 7,5%. Homogeneizou-se a solução com um aparelho *Ultra – Turrax T18, IKA, Germany*, até obter uma mistura praticamente homogénea. A amostra repousou então por 30 minutos, sendo depois filtrada (Figura 2.3).

Pipetaram-se por fim 5ml do filtrado aos quais se adicionaram 5ml de reativo TBA 0,02M, aquecendo-se num banho a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 40 minutos. As amostras foram então analisadas espectrofotometricamente a 538nm, já frias, e o teor de MDA calculado.



**Figura 2.3** – Homogeneizado de solução de TCA e amostra de carne para filtração (Fonte: própria).

### **2.1.2.3 Determinação do Teor de Humidade**

No cálculo do teor de humidade foram pesados aproximadamente 3 g de amostra para uma caixa contendo areia de secagem, previamente seca a 110°C até se encontrar com peso constante em duas medições sucessivas com intervalos de 30 minutos. A amostra foi seca em estufa a 105°C durante 12h, efetuando-se depois pesagens sucessivas com intervalos de 15 minutos até se obterem duas pesagens com uma diferença inferior a 0,0005g. Todas as amostras foram analisadas em duplicado.

## **2.2 Qualidade Alimentar em Ovos**

### **2.2.1 Análise da capacidade de formação de espuma em clara de ovo tratada em HPP e determinação do teor de proteína.**

Foi analisada a capacidade de formação de espuma da clara de ovo após tratamento com altas pressões. Foi utilizado o método descrito por Yang *et al.* (2009), com ligeiras alterações. Um volume de 7x200ml de claras foi medido em 5 copos de análise, colocados em sacos e posteriormente selados através de um aparelho de vácuo *Laboratory vacuum system, Germany, Tipo LVS 105 T* (Figura 2.4).



**Figura 2.4** – Aplicação de vácuo nas amostras de clara de ovo. (Fonte: própria).

### **2.2.1.1 Determinação da Capacidade de formação de espuma e Drenagem**

As amostras foram submetidas a um tratamento de alta pressão (Figura 1.4) com um gerador de altas pressões *Stansted Fluid Power, UK*, associado a uma câmara de altas pressões cilíndrica feita por medida, de 20cm de diâmetro e 29cm de altura, com paredes duplas e tampa de vidro acrílico com selagem a vácuo e abertura para sonda ultrassónica, a 100, 200 e 300 MPa, durante 5 e 10 minutos, sendo posteriormente guardadas a 4°C por 24 horas. Após esse período, as amostras foram deixadas aquecer à temperatura ambiente ( $\pm 20^\circ\text{C}$ ) e mediram-se 100ml de amostra que foi agitada com uma batedeira de culinária estática, durante 5 minutos. Mediu-se então o volume de espuma formado ( $V_0$ ). Deixou-se repousar a amostra durante 10 minutos. Após este tempo, foi escorrido o líquido formado no fundo do copo medindo-se o seu volume ( $V_d$ ).

### **2.2.1.2 Determinação do teor de proteína pelo Método de Lowry**

Para determinação do teor de proteína, foi utilizado um Kit comercial contendo duas soluções: A - Tartarato de Cobre alcalino – e B – Reagente de Folin. Num tubo de ensaio foram medidos 100 $\mu\text{l}$  de amostra aos quais foram adicionados 500 $\mu\text{l}$  de reagente A, e 4ml de reagente B. Os tubos de ensaio foram então agitados num *Vortex* durante 30 segundos a rotação máxima e deixados a repousar durante 20 minutos para que ocorresse a reação entre as ligações peptídicas e o cobre. Obteve-se então um composto azulado, cuja absorvância foi medida a 750nm num espectrofotómetro UV-VIS. A absorvância do analito foi comparada com a dos padrões preparados com concentrações de albumina de 6,25, 12,5, 25, 50 e 100mg/ml. Através da expressão obtida da linha de tendência calculou-se o teor de proteína presente nas amostras. As amostras foram analisadas em duplicado.

## **2.3 Qualidade Alimentar em Pescado**

### **2.3.1 Análise da composição nutricional de diferentes tipos de desperdício de atum**

Foram analisadas 4 amostras de resíduos de atum, provenientes de uma fábrica de processamento de pescado local, não sendo identificadas quanto ao tipo de resíduo que as constituíam. Pretendia-se traçar um perfil nutricional de maneira a analisar a viabilidade dos resíduos para aproveitamento posterior, em farinhas de peixe ou outro

tipo de opções. Desta forma quantificou-se o teor de água, proteína, lípidos e cinzas das amostras.

### **2.3.1.1 Determinação do Teor de Humidade**

Para determinar o teor de água, utilizou-se o método descrito em 2.1.2.3 pesando-se aproximadamente  $3\pm 0,1$  g de amostra para uma caixa contendo  $7\pm 0,1$ g de areia de secagem, previamente seca até se encontrar com peso constante em duas medições sucessivas com intervalos de 30 minutos. A amostra foi seca em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  durante 12h, efetuando-se depois pesagens sucessivas com intervalos de 15 minutos até se obterem duas pesagens com uma diferença inferior a 0,0005g.

### **2.3.1.2 Determinação do Teor de Proteína pelo Método de Kjeldahl**

Na determinação do teor de proteína, utilizou-se o método de quantificação de azoto total de Kjeldahl. Pesaram-se para pequenos pedaços de folha de alumínio – por não interferirem na quantificação final de azoto –  $2\pm 0,01$ g de amostra que foram colocadas em tubos de digestão (Figura 2.5), aos quais foram adicionados 5ml de água destilada e 14ml de Ácido Sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e três pastilhas de digestão, procedendo-se de seguida à digestão das amostras num digestor *Kjeltec 2100, Foss, Sweden*, até que toda a amostra se encontrasse digerida, obtendo-se um líquido límpido.



**Figura 2.5** – Tubos de digestão contendo as amostras, pastilhas de digestão, água destilada e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Fonte: própria).

As amostras foram então levadas ao destilador, colocando-se nos erlenmeyers 50ml de uma solução recetora de Ácido Bórico ( $H_3BO_3$ ) a 4% com um indicador misto de vermelho de metilo e bromocresol na proporção de 2:1. Após destilação, as soluções foram tituladas com Ácido Clorídrico (HCl) 0,2M, sendo que o ponto de viragem do indicador foi detetado pela mudança de cor rosa para verde (Figura 2.6). As amostras foram analisadas em duplicado.



**Figura 2.6** – Ponto de viragem: solução após titulação (esquerda) e solução antes da titulação com HCl (direita) (Fonte: própria).

### **2.3.1.3 Determinação do Teor de Lípidos**

Na quantificação do teor de lípidos aplicou-se o método de Smedes (Smedes 1999) modificado de maneira a diminuir o erro associado ao método na determinação do teor de lípidos em peixe (Karl 2012). Neste método  $3,5 \pm 0,2$ g de amostra foram pesados, adicionando-se 36ml de uma solução de isopropano e ciclohexano na proporção de 16:20 (v/v), agitando-se por 2 minutos com um misturador *Ultra – turrax T18, IKA, Germany*. Adicionaram-se então 20ml de água destilada e agitou-se novamente a amostra por 1 minuto. As amostras foram então centrifugadas durante 5 minutos a 2000 rpm, observando-se depois a separação de duas fases. A fase orgânica foi transferida para um balão de evaporação adicionando-se 20ml de uma solução de 13% (v/v) de isopropanol em ciclohexano à fase aquosa restante, voltando-se a centrifugar durante 5 minutos a 2000 rpm. A fase orgânica superior foi então transferida para o balão de evaporação e o

seu conteúdo evaporado a 51°C, com aplicação de 235 mbar de pressão. O resíduo sobranete foi seco durante 1 hora a 105°C, sendo depois pesado.

As amostras foram analisadas em triplicado, por necessidade de maior quantidade de amostra para a análise dos ácidos gordos realizada posteriormente, utilizando-se a metodologia descrita em 2.1.2.1.

#### **2.3.1.4 Determinação do Teor de Cinzas**

Para quantificação do teor de cinzas, foram pesadas  $5\pm 0,1$ g de amostra e colocadas em cadinhos. Estes foram levados ao forno a cerca de 550°C. Depois de 24h os cadinhos foram novamente pesados, calculando-se o se teor em cinzas. As amostras foram analisadas em duplicado

## **2.4 Análise da composição em NaCl e teor de humidade de amostras de truta arco-íris fumada**

Foram analisadas amostras provenientes de um produtor local de truta arco-íris que pretendia lançar no mercado uma nova marca de filete de truta fumado. Para tal, quatro amostras foram analisadas de maneira a quantificar o teor de NaCl e de WPS. As amostras foram tratadas com duas misturas diferentes durante o processo de salga – uma contendo apenas sal (*Sol* – S) e outra contendo sal e açúcar (*Sol* e *Šečer* - SŠ) – durante 3, 4,5 e 6 horas de salga. Após o período de salga, as amostras eram lavadas e refrigeradas durante 24 horas, sendo depois feita a fumagem a frio a 30°C e a quente a 70°C.

### **2.4.1 Determinação do Teor de NaCl**

De maneira a determinar o teor de NaCl, foi utilizado o método de Mohr, sendo pesados  $2\pm 0,1$ g de amostra para um balão volumétrico, adicionando-se 100ml de água destilada e levando-se de seguida a um banho a 100°C durante 15 minutos, arrefecendo-se depois a solução até atingir a temperatura ambiente. Procedeu-se de seguida à filtração da solução de maneira a reter quaisquer partículas da amostra que possam interferir com a continuação da medição.

Colocou-se 25ml de filtrado num copo de precipitação, aos quais foram adicionados duas gotas de indicador Cromato de Potássio ( $K_2CrO_4$ ), ajustando-se o pH para 10, utilizando para tal uma solução de NaOH com concentração de 1M. A solução foi então titulada usando Nitrato de Prata ( $AgNO_3$ ), calculando-se então o teor de sal na amostra.

#### **2.4.2 Determinação do Teor de Humidade para cálculo de WPS**

De maneira a calcular o valor de WPS, procedeu-se ao cálculo do teor de humidade, segundo o procedimento descrito em 2.1.2.3.



## 3. Resultados e Discussão

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* de tratamento de dados e estatística *SPSS Statistics 17.0*<sup>®</sup>, complementadas com o *software* de tratamento de dados *Microsoft Office Excel 2007*<sup>®</sup>. As análises foram realizadas com um intervalo de confiança de 5%.

### 3.1 Qualidade Alimentar em Carne

#### 3.1.1 Análise das alterações em diferentes parâmetros de qualidade em peito de frango tratado em HPP

##### 3.1.1.1 Cor

##### 3.1.1.1.1 Análise a 4°C

Foi analisada a variação da cor entre as diferentes amostras quando comparadas com o padrão – Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3. A cor foi medida num sistema L\*a\*b\* sendo dada especial atenção à luminosidade – L\*.

**Tabela 3.1** – Análise da cor após tratamento HPP a 4°C

<b>Amostra</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>C1</b>	54,85	11,03	22,29
<b>C2</b>	56,49	10,47	20,51
<b>100-5-1</b>	60,38	9,69	22,24
<b>100-5-2</b>	59,77	10,14	21,1
<b>100-10-1</b>	57,19	11,15	19,89
<b>100-10-2</b>	62,83	7,35	21,66
<b>200-5-1</b>	68,9	7,78	23,87
<b>200-5-2</b>	66,14	6,97	19,1
<b>200-10-1</b>	71,85	5,65	18,01
<b>200-10-2</b>	71,64	4,44	18,23
<b>300-5-1</b>	74,34	6,59	18,51
<b>300-5-2</b>	77,12	4,29	17,26
<b>300-10-1</b>	75,23	6,51	20,94
<b>300-10-2</b>	75,67	7,47	20,98

Para a análise da cor, realizou-se um teste de Dunnett de maneira a comparar os resultados obtidos com o grupo de controlo.

Nas amostras tratadas a 4°C observa-se um aumento da luminosidade após os tratamentos, sendo este aumento estatisticamente significativo para os grupos tratados a 200 MPa e 300 MPa de pressão (Figura 4.1, Anexo D).

### 3.1.1.1.2 Análise a 20°C

**Tabela 3.2 – Análise da cor após tratamento HPP a 20°C**

<b>Amostra</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>C1</b>	51,45	0,13	7,84
<b>C2</b>	49,70	-0,80	6,71
<b>C3</b>	55,54	-0,71	7,30
<b>100-5-1</b>	54,98	-0,81	8,02
<b>100-5-2</b>	53,86	0,28	11,26
<b>100-5-3</b>	56,37	0,16	9,88
<b>100-10-1</b>	50,59	0,22	7,39
<b>100-10-2</b>	56,80	0,41	12,64
<b>100-10-3</b>	58,49	-0,66	9,88
<b>200-5-1</b>	63,54	0,90	11,19
<b>200-5-3</b>	61,27	-0,48	12,40
<b>200-5-2</b>	60,54	-0,72	12,32
<b>200-10-1</b>	68,49	-0,95	11,31
<b>200-10-3</b>	66,25	-0,75	13,28
<b>200-10-2</b>	68,41	-1,69	10,73
<b>300-5-1</b>	73,34	4,04	13,72
<b>300-5-2</b>	79,10	0,12	16,38
<b>300-5-3</b>	78,93	2,20	15,44
<b>300-10-1</b>	73,60	4,48	12,73
<b>300-10-3</b>	79,16	1,26	16,52
<b>300-10-2</b>	79,04	1,26	13,94

À semelhança dos dados obtidos anteriormente, observa-se um aumento da luminosidade nos testes realizados a 20°C, sendo este aumento estatisticamente significativos quando comparados os grupos tratados a 200 MPa e 300 MPa com o grupo de controlo (Figura 4.2, Anexo D)

### 3.1.1.1.3 Análise a -20°C

**Tabela 3.3** – Análise da cor após tratamento HPP a -20°C

<b>Amostra</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>C1</b>	52,5	11,29	19,15
<b>C2</b>	60,88	9,13	25,2
<b>150-30-1</b>	63,27	10,66	19,59
<b>150-30-2</b>	66,3	8,1	23,06
<b>250-60-1</b>	72,85	7,71	23,81
<b>250-60-2</b>	77,76	5,7	20,85

Observa-se igualmente um aumento nos valores de L\* para as amostras tratadas a -20°C, sendo estatisticamente significativos o aumento registado nas amostras tratadas a 250 MPa (Figura 4.3, Anexo D).

O aumento no grau de luminosidade era já esperado devido ao efeito da pressão nas proteínas. Com o aumento da pressão ocorre também uma desnaturação das proteínas da superfície das amostras, ocorrendo então uma perda de coloração que se torna mais visível consoante o aumento da pressão utilizada e do tempo a que a amostra está exposta a essa mesma pressão.

### 3.1.1.2 Textura

Através da análise dos texturogramas obtidos, obtiveram-se os valores de dureza, elasticidade e mastigabilidade (calculada automaticamente). A partir destes valores foi possível calcular os valores de coesividade (Equação 1)

$$Coesividade = \frac{Mastigabilidade}{Dureza \times Elasticidade} \quad \text{Equação 1}$$

Por se tratarem de amostras de peito de frango, ou seja um alimento sólido, não se aplica o conceito de gomosidade. Não foram registados valores de fracturabilidade e adesividade.

### 3.1.1.2.1 Análise a 4°C

Para a análise realizada a 4°C, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4** – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a 4°C.

<b>Amostra</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Elasticidade (mm)</b>	<b>Mastigabilidade (g.s)</b>	<b>Coesividade</b>
<b>C 1</b>	80,76	27,26	62036,46	28,18
<b>C 2</b>	94,94	43,70	63286,73	15,25
<b>100-5-1</b>	65,09	29,71	51604,35	26,69
<b>100-5-2</b>	70,69	28,13	41309,64	20,78
<b>100-10-1</b>	97,92	31,89	73170,34	23,44
<b>100-10-2</b>	75,76	30,00	59234,08	26,07
<b>200-5-1</b>	96,54	29,97	103263,57	35,70
<b>200-5-2</b>	69,63	26,58	64610,68	34,92
<b>200-10-1</b>	91,11	35,95	79919,45	24,40
<b>200-10-2</b>	95,42	38,13	120755,00	33,19
<b>300-5-1</b>	101,38	42,39	131174,80	30,52
<b>300-5-2</b>	164,85	44,16	254983,30	35,02
<b>300-10-1</b>	120,05	30,56	121997,63	33,26
<b>300-10-2</b>	93,49	40,54	75266,36	19,86

Após análise estatística não se encontram diferenças estatisticamente significativas para os valores de Dureza (Figura 4.4, Anexo D), Elasticidade (Figura 4.5, Anexo D), Mastigabilidade (Figura 4.6, Anexo D) e Coesividade (Figura 4.7, Anexo D). Apesar de em alguns dos testes realizados haver alterações, não se encontra um padrão segundo o qual se possa afirmar que a pressão e o tempo afetam a textura. Os valores que mais importância têm em termos de qualidade do alimento são os valores de Mastigabilidade. Neste caso, apenas no tratamento a 100 MPa durante 5 minutos se observou um valor de Mastigabilidade menor – ou seja, menor energia necessária para mastigar a carne, o que implica carnes mais tenras. Os restantes testes apresentaram valores de Mastigabilidade mais elevados, o que não é favorável.

### 3.1.1.2.2 Análise a 20°C

A Tabela 3.5 mostra os resultados obtidos na análise à textura das amostras tratadas à temperatura de 20°C.

**Tabela 3.5** – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a 20°C.

<b>Amostra</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Elasticidade (mm)</b>	<b>Mastigabilidade (g.s)</b>	<b>Coesividade</b>
<b>C 1</b>	77,49	21,62	51621,79	30,81
<b>C 2</b>	78,42	21,49	44835,68	26,61
<b>C3</b>	100,07	19,96	75134,09	37,61
<b>100-5-1</b>	65,99	16,75	51411,60	46,52
<b>100-5-2</b>	69,65	21,91	49930,41	32,72
<b>100-5-3</b>	75,18	18,82	55012,88	38,88
<b>100-10-1</b>	80,18	20,61	55802,33	33,77
<b>100-10-2</b>	74,00	23,06	55706,01	32,64
<b>100-10-3</b>	102,00	19,65	68341,29	34,10
<b>200-5-1</b>	69,59	21,86	53631,09	35,26
<b>200-5-2</b>	69,20	23,99	55140,63	33,22
<b>200-5-3</b>	95,28	22,86	72119,21	33,11
<b>200-10-1</b>	93,13	24,45	75112,00	32,99
<b>200-10-2</b>	78,73	24,69	56770,62	29,21
<b>200-10-3</b>	57,78	19,09	45477,95	41,22
<b>300-5-1</b>	88,86	21,77	65116,53	33,66
<b>300-5-2</b>	126,36	24,50	83195,03	26,88
<b>300-5-3</b>	99,15	18,82	90295,37	48,40
<b>300-10-1</b>	71,10	18,12	59815,02	46,44
<b>300-10-2</b>	104,49	19,30	77726,15	38,54
<b>300-10-3</b>	79,31	23,20	64150,57	34,86

À semelhança do que ocorre nos tratamentos a 4°C, não se verificam diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos realizados a 20°C para a Dureza (Figura 4.8, Anexo D), Elasticidade (Figura 4.9, Anexo D), Mastigabilidade (Figura 4.10, Anexo D) e Coesividade (Figura 4.11, Anexo D). As variações nestes tratamentos não obedecem a um padrão, crescendo e decrescendo entre os vários testes realizados. Nota-se uma subida nos valores consoante o aumento da pressão aplicada, não sendo no entanto óbvio que haja uma influência direta na textura por parte das pressões e tempos utilizados. A nível da Mastigabilidade, os valores obtidos não permitem tirar uma conclusão fundamentada da influência dos tratamentos neste parâmetro.

### 3.1.1.2.3 Análise a -20°C

Os resultados obtidos na análise das amostras tratadas a -20°C encontram-se dispostos na tabela 3.6.

**Tabela 3.6** – Resultados obtidos na análise da textura após tratamento HPP a -20°C.

<b>Amostra</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Elasticidade (mm)</b>	<b>Mastigabilidade (g.s)</b>	<b>Coesividade</b>
<b>C 1</b>	97,372	37,084	58819,932	16,29
<b>C 2</b>	74,749	33,545	65302,703	26,04
<b>150-30-1</b>	81,291	38,464	67409,153	21,56
<b>150-30-2</b>	57,427	31,295	51066,917	28,42
<b>250-60-1</b>	91,716	25,466	101763,876	43,57
<b>250-60-2</b>	81,397	38,794	62913,853	19,92

Em concordância com o que ocorre nos tratamentos anteriores, não se verificam diferenças estatisticamente significativas para Dureza (Figura 4.12, Anexo D), Elasticidade (Figura 4.13, Anexo D), Mastigabilidade (Figura 4.14, Anexo D) e Coesividade (Figura 4.15, Anexo D) para os tratamentos a -20°C. Devido ao diminuto número de testes realizados a esta temperatura, os aumentos e decréscimos tornam-se mais claros, no entanto continuam a não seguir uma ordem lógica, sendo novamente inconclusivo o efeito das pressões e tempos utilizados na textura. Para a variável Mastigabilidade não se observam alterações no tratamento a 150 MPa de pressão, havendo um aumento no tratamento realizado a 250 MPa, não sendo no entanto conclusivo pois este aumento apenas se observou numa das amostras. Novamente não se consegue formular uma conclusão fundamentada sobre a influência dos fatores estudados sobre a Textura.

A impossibilidade de obter conclusões sobre o efeito da pressão e dos tempos de duração dos tratamentos sobre a Textura pode advir do pequeno número de dados obtidos para cada grupo de amostras.

### 3.1.1.3 *Moisture Uptake e Cooking Yield*

Os valores obtidos durante a análise das amostras encontram-se dispostos nas tabelas 3.7, 3.8 e 3.9, respetivamente para as análises realizadas a 4°C, 20°C e -20°C, tendo sido medidas a massa inicial do tubo de ensaio, seguida da massa da amostra e por fim a massa do conjunto tubo+amostra (massa total) após a centrifugação. O *Moisture Uptake* foi calculado a partir da Equação 2.

$$\text{Moisture Uptake} = \frac{m_{\text{total após centrifugação}} - m_{\text{tubo}} - m_{\text{amostra}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

e o cálculo de *Cooking Yield* através da Equação 3.

$$\text{Cooking Yield} = \frac{m_{\text{total após cozedura}} - m_{\text{tubo}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

**Tabela 3.7** – Resultados da análise de *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* após tratamento a 4°C.

Amostra	m amostra (g)	m tubo (g)	m total após centrifugação (g)	m total após cozedura (g)	Moisture Uptake (%)	Cooking Yield (%)
C1-1	6,00	11,18	18,91	16,16	28,83	83,00
C1-1	6,01	11,30	18,58	16,75	21,13	90,68
C2-1	6,02	11,12	18,80	16,72	27,57	93,02
C2-2	6,01	11,13	19,01	16,53	31,11	89,85
100-5-1-1	6,00	11,11	18,62	16,27	25,17	86,00
100-5-1-2	6,00	11,11	18,78	16,72	27,83	93,50
100-5-2-1	6,01	11,32	19,07	17,33	28,95	100,00
100-5-2-2	6,00	11,14	19,08	17,11	32,33	99,50
100-10-1-1	6,01	11,12	18,87	17,25	28,95	102,00
100-10-1-2	6,01	11,11	18,66	16,96	25,62	97,34
100-10-2-1	6,01	11,09	18,83	16,99	28,79	98,17
100-10-2-2	6,00	11,31	18,51	16,51	20,00	86,67
200-5-1-1	6,00	11,10	19,49	16,19	39,83	84,83
200-5-1-2	6,01	11,10	18,52	16,52	23,46	90,18
200-5-2-1	6,00	11,10	18,45	16,60	22,50	91,67
200-5-2-2	6,02	11,12	18,51	16,75	22,76	93,52
200-10-1-1	6,03	11,03	18,26	16,84	19,90	96,35
200-10-1-2	6,00	10,88	17,81	15,84	15,50	82,67
200-10-2-1	6,00	11,10	18,83	17,20	28,83	101,67
200-10-2-2	6,00	11,09	19,14	17,36	34,17	104,50
300-5-1-1	6,00	11,10	18,01	16,35	15,17	87,50
300-5-1-2	6,00	11,11	18,17	16,32	17,67	86,83
300-5-2-1	6,01	11,15	18,35	16,49	19,80	88,85
300-5-2-2	6,01	11,10	18,31	16,83	19,97	95,34
300-10-1-1	6,00	11,10	17,61	16,36	8,50	87,67
300-10-1-2	6,00	11,09	17,72	16,03	10,50	82,33
300-10-2-1	6,01	11,12	17,90	16,90	12,81	96,17
300-10-2-2	6,02	11,32	18,00	17,24	10,96	98,34

**Tabela 3.8** – Resultados da análise de *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* após tratamento a 20°C.

<b>Amostra</b>	<b>m amostra (g)</b>	<b>m tubo (g)</b>	<b>m total após centrifugação (g)</b>	<b>m total após cozedura (g)</b>	<b><i>Moisture Uptake (%)</i></b>	<b><i>Cooking Yield (%)</i></b>
C1-1	6,10	11,34	22,12	18,61	76,72	119,18
C1-2	6,00	11,34	20,60	18,56	54,33	120,33
C2-1	6,06	11,36	20,38	18,45	48,84	117,00
C2-2	6,02	11,35	20,64	18,45	54,32	117,94
C3-1	6,01	11,35	20,07	17,96	45,09	109,98
C3-2	6,00	11,32	19,75	17,73	40,50	106,83
100-5-1-1	6,00	11,36	21,04	17,92	61,33	109,33
100-5-1-2	6,02	11,30	20,86	17,86	58,80	108,97
100-5-2-1	6,01	11,31	19,84	17,30	41,93	99,67
100-5-2-2	6,02	11,30	20,23	17,95	48,34	110,47
100-5-3-1	6,00	11,32	20,29	18,08	49,50	112,67
100-5-3-2	6,03	11,30	20,36	17,97	50,25	110,61
100-10-1-1	6,05	11,31	20,24	17,32	47,60	99,34
100-10-1-2	6,01	11,32	20,27	17,47	48,92	102,33
100-10-2-1	6,01	11,30	19,57	17,19	37,60	98,00
100-10-2-2	6,03	11,30	19,81	17,36	41,13	100,50
100-10-3-1	6,03	11,32	19,94	17,32	42,95	99,50
100-10-3-2	6,00	11,32	20,29	17,84	49,50	108,67
200-5-1-1	6,00	11,29	20,01	17,21	45,33	98,67
200-5-1-2	6,02	11,31	20,09	17,34	45,85	100,17
200-5-3-1	6,03	11,34	20,49	17,78	51,74	106,80
200-5-3-2	6,01	11,30	19,86	17,33	42,43	100,33
200-5-2-1	6,00	11,33	19,50	17,11	36,17	96,33
200-5-2-2	6,01	11,29	19,49	17,27	36,44	99,50
200-10-1-1	6,02	11,33	18,92	16,66	26,08	88,54
200-10-1-2	6,01	11,36	18,93	16,90	25,96	92,18
200-10-3-1	6,01	11,31	19,41	17,07	34,78	95,84
200-10-3-2	6,03	11,34	19,39	17,21	33,50	97,35
200-10-2-1	6,00	11,40	19,64	17,53	37,33	102,17
200-10-2-2	6,00	11,34	20,01	17,89	44,50	109,17
300-5-1-1	6,00	11,32	18,30	17,04	16,33	95,33
300-5-1-2	6,03	11,36	18,18	17,02	13,10	93,86
300-5-2-1	6,01	11,31	17,89	16,44	9,48	85,36
300-5-2-2	6,01	11,32	17,84	16,25	8,49	82,03
300-5-3-1	6,02	11,31	18,07	16,77	12,29	90,70
300-5-3-2	6,01	11,34	17,66	16,36	5,16	83,53
300-10-1-1	6,01	11,32	17,91	16,54	9,65	86,86
300-10-1-2	6,00	11,43	17,69	16,25	4,33	80,33
300-10-3-1	6,02	11,34	17,47	16,13	1,83	79,57
300-10-3-2	6,00	11,33	17,60	16,20	4,50	81,17
300-10-2-1	6,02	11,32	17,77	16,05	7,14	78,57
300-10-2-2	6,01	11,35	17,93	16,53	9,48	86,19

**Tabela 3.9** – Resultados da análise de *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* após tratamento a -20°C.

Amostra	m amostra (g)	m tubo (g)	m total após centrifugação (g)	m total após cozedura (g)	Moisture Uptake (%)	Cooking Yield (%)
C1-1	6,01	11,11	18,95	17,15	30,45	100,50
C1-1	6,02	11,11	19,14	17,18	33,39	100,83
C2-1	6,01	11,13	18,57	17,03	23,79	98,17
C2-2	6,02	11,09	18,65	16,89	25,58	96,35
150-30-1-1	6,01	11,11	18,52	17,40	23,29	104,66
150-30-1-2	6,00	11,10	18,22	16,98	18,67	98,00
150-30-2-1	6,01	11,12	18,86	17,14	28,79	100,17
150-30-2-2	6,01	11,09	18,51	16,79	23,46	94,84
250-60-1-1	6,01	11,10	17,46	16,48	5,82	89,52
250-60-1-2	6,00	11,14	17,38	16,18	4,00	84,00
250-60-2-1	6,00	11,15	16,86	16,10	-4,83	82,50
250-60-2-2	6,01	11,17	16,80	16,02	-6,32	80,70

Para a temperatura de 4°C, foi calculada a importância estatística dos dados de *Moisture Uptake* e de *Cooking Yield*, procedendo-se a uma análise segundo o teste de Dunnett, devido à existência de um grupo de controlo. Observam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para *Moisture Uptake* quando comparados os resultados obtidos no Grupo de Controlo com os obtidos a 300 MPa durante 10 minutos, diminuindo de valores de 27,1% para 10,7% (Figura 4.16, Anexo D).

Podemos então concluir que a uma temperatura de 4°C a utilização de pressões na ordem dos 300 MPa por períodos de 10 minutos no tratamento de amostras de peito de frango tem influência no *Moisture Uptake*, sendo este, como esperado, menor quando comparada como grupo de controlo.

Na análise ao *Cooking Yield*, não se observaram diferenças estatisticamente significativas (Anexo F) nas pressões e tempos estudados, concluindo-se que à temperatura de 4°C ambos os fatores não têm influência no *Cooking Yield* (Figura 4.17, Anexo D).

Esperava-se uma diminuição de *Cooking Yield*, no entanto segundo os resultados obtidos, verificou-se o caso oposto, surgindo um aumento na absorção de água durante o processo de cozedura.

Quando analisados os dados recolhidos a 20°C são observáveis diferenças estatisticamente significativas para *Moisture Uptake* nos testes realizados para a pressão de 200MPa com duração de 10 minutos e para o grupo tratado com 300 MPa de pressão.

Como esperado, verificou-se uma diminuição nos valores de *Moisture Uptake*, sendo estes cada vez menores quanto maior a pressão utilizada no tratamento, bem como quanto maior o prolongamento do mesmo, sendo portanto mínima no teste a 300 MPa de pressão com a duração de 10 minutos (Figura 4.18, Anexo D).

Na análise para *Cooking Yield* no tratamento a 20°C observam-se diferenças estatisticamente significativas para o tratamento a 100 MPa com duração de 10 minutos, bem como para os grupos com tratamento a 200 MPa e 300 MPa. Como esperado, observa-se um decréscimo nos valores de *Cooking Yield* com o aumento da pressão utilizada nos testes realizados, bem como com o aumento da duração do tratamento. Este decréscimo no valor de *Cooking Yield* implica uma menor absorção de água durante a cozedura, implicando um rendimento de cozedura maior (Figura 4.19, Anexo D).

Para os tratamentos a -20°C, observam-se diferenças estatisticamente significativas para o grupo tratado a 250 MPa durante 60 minutos, tanto para *Moisture Uptake* como para *Cooking Yield*. Os valores de *Moisture Uptake* são no entanto bastante duvidosos pois implicam a perda da água inicial do alimento, o que não é desejável. Previa-se uma diminuição dos valores de *Moisture Uptake* (Figura 4.20, Anexo D) e *Cooking Yield* (Figura 4.21 Anexo D), no entanto no primeiro caso, estes valores são demasiado baixos para o espectável, pelo que seria aconselhável a repetição dos testes realizados de maneira a validar os resultados obtidos.

### 3.1.2 Análise da composição em ácidos gordos de carne de porco durante o tempo de congelação

A inconsistência dos dados obtidos deveu-se a problemas no plano de análise das amostras. Aquando da entrada neste projeto, o plano tinha finalmente sido fixado na agregação das amostras 4 a 4, obtendo-se então um *n* de 5. Os dados obtidos encontram-se dispostos seguidamente

#### 3.1.2.1 Análise em Fresco

As análises feitas às amostras provenientes das Costas (*Kare*), Presunto (*But*) e Bacon (*Slanina*), encontram-se respetivamente nas tabelas 3.10, 3.11 e 3.12. Os compostos cuja identificação não foi possível como sendo ácidos gordos, foram nomeados como n.i. (não identificado).

**Tabela 3.10** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto a fresco.

Amostra	Presunto (But) - 0 meses														n.i.
	Ácidos Gordos (%)														
	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	
<b>0B1 + 0B2</b>	0,087	0,122	1,773	0,037	26,172	3,052	0,442	0,414	12,108	44,334	8,966	0,477	0,221	0,713	1,086
<b>0B5 + 0B6</b>	0,183	0,112	1,840	0,000	27,270	3,117	0,333	0,292	12,958	43,572	8,165	0,337	0,384	0,316	1,125
<b>0B7 + 0B8</b>	0,034	0,028	1,549	0,000	23,916	3,240	0,333	0,376	10,208	48,263	8,783	0,535	0,358	0,763	1,619
<b>0B9 + 0B10</b>	0,127	0,106	1,527	0,000	25,327	2,484	0,395	0,299	12,568	43,701	10,388	0,595	0,217	0,782	1,487
<b>0B11 + 0B12</b>	0,113	0,097	1,476	0,068	24,470	2,252	0,475	0,378	13,545	42,980	11,073	0,643	0,244	0,823	1,367
<b>0B13 + 0B14</b>	0,156	0,124	1,671	0,000	25,709	3,400	0,402	0,304	11,544	45,047	8,703	0,410	0,142	0,732	1,656
<b>0B15 + 0B16</b>	0,118	0,098	0,375	0,075	24,355	1,967	0,517	0,327	14,218	43,122	10,703	0,542	0,259	0,683	2,641
<b>0B17 + 0B18</b>	0,137	0,115	1,615	0,065	25,291	3,039	0,381	0,316	11,615	42,513	11,297	0,803	0,270	0,671	1,872

**Tabela 3.11** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon a fresco.

<b>Bacon (Slanina) - 0 meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos Gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>OS1 + OS2</b>	0,102	0,093	1,487	0,074	24,630	2,493	0,471	0,425	12,708	41,472	12,720	0,871	0,326	0,762	1,366
<b>OS3 + OS4</b>	0,105	0,087	1,518	0,067	23,890	1,989	0,422	0,325	13,128	40,074	14,869	0,914	0,308	0,782	1,522
<b>OS5 + OS6</b>	0,000	0,082	1,779	0,302	27,658	2,421	0,404	0,309	13,315	39,194	11,682	0,746	0,237	0,570	1,301
<b>OS7 + OS8</b>	0,095	0,088	1,390	0,067	24,354	2,231	0,429	0,371	13,167	42,802	11,902	0,720	0,326	0,767	1,291
<b>OS9 + OS10</b>	0,093	0,089	1,431	0,058	24,353	2,052	0,384	0,299	12,931	42,146	13,040	0,850	0,308	0,777	1,189
<b>OS11 + OS12</b>	0,110	0,106	1,570	0,069	24,911	2,235	0,440	0,361	12,645	41,826	12,582	0,896	0,263	0,787	1,204
<b>OS13 + OS14</b>	0,048	0,100	1,640	0,031	26,405	2,376	0,409	0,278	12,921	39,293	13,503	0,803	0,232	0,583	1,382
<b>OS15 + OS16</b>	0,093	0,085	1,340	0,056	23,830	1,873	0,392	0,318	13,708	41,848	13,348	0,870	0,309	0,724	1,212
<b>OS17 + OS18</b>	0,092	0,084	1,355	0,072	24,291	2,061	0,471	0,347	12,830	40,213	14,823	0,975	0,304	0,710	1,374
<b>OS19 + OS20</b>	0,098	0,085	1,371	0,000	23,978	2,181	0,301	0,236	12,621	41,826	14,322	0,897	0,274	0,621	1,193

**Tabela 3.12** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas a fresco.

<b>Costas (Kare) - 0 Meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>OK1 + OK2</b>	0,135	0,115	1,721	0,000	26,721	2,525	0,419	0,331	13,928	40,590	11,046	0,703	0,262	0,634	0,874
<b>OK3 + OK4</b>	0,118	0,091	1,564	0,000	24,817	2,689	0,456	0,348	11,742	44,016	11,165	0,561	0,215	0,772	1,446
<b>OK5 + OK6</b>	0,000	0,000	0,099	0,000	9,712	0,115	0,000	0,000	4,759	31,787	52,155	0,355	0,297	0,126	0,595
<b>OK7 + OK8</b>	0,118	0,108	1,637	0,123	25,523	2,236	0,669	0,506	12,341	40,561	13,576	0,774	0,270	0,558	1,004
<b>OK9 + OK10</b>	0,058	0,129	1,574	0,000	26,576	1,136	0,386	0,256	13,825	42,282	10,177	0,554	0,214	0,708	2,129
<b>OK11 + OK12</b>	0,050	0,118	1,678	0,063	27,081	2,163	0,428	0,317	14,528	40,732	10,079	0,597	0,258	0,820	1,092
<b>OK13+OK14+OK15+OK16</b>	0,155	0,118	1,691	0,062	27,537	2,287	0,422	0,307	14,070	42,575	8,288	0,371	0,204	0,606	1,307
<b>OK17 + OK18</b>	0,247	0,160	2,016	0,072	28,330	3,194	0,388	0,325	11,764	42,937	8,638	0,410	0,490	0,000	1,029
<b>OK19 + OK20</b>	0,127	0,099	1,533	0,000	24,898	2,407	0,319	0,252	13,428	44,428	9,834	0,476	0,212	0,708	1,279

Na análise realizada à carne de porco em fresco, os ácidos gordos mais abundantes nas amostras foram o C-16:0, C-18:0, C-18:1 e C-18:2, respetivamente Ácido Palmítico, Ácido Esteárico, Ácido Oleico e Ácido Linoleico (Figuras 4.22, 4.23 e 4.24 Anexo E). Estes ácidos gordos surgem nas amostras numa média de 25%, 12,3%, 42% e 12,7% respetivamente.

### 3.1.2.2 Análise após 6 meses de congelação

As tabelas 3.13, 3.14 e 3.15 apresentam, respetivamente, os resultados das análises feitas às amostras provenientes das Costas (*Kare*), Presunto (*But*) e Bacon (*Slanina*).

**Tabela 3.13** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 6 meses de congelação a -18°C.

<b>Presunto (But) - 6 meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>6B1 + 6B2 + 6B3 + 6B4 +6B5</b>	0,183	0,149	2,351	0,110	36,251	2,319	0,685	0,322	16,877	36,514	1,756	0,054	0,097	0,566	1,766
<b>6B6 + 6B7 + 6B8 + 6B9 +6B10</b>	0,224	0,165	2,635	0,109	38,442	2,349	0,631	0,302	16,686	35,778	1,111	0,000	0,203	0,484	0,881
<b>6B11+6B12+6B13+6B14+6B15</b>	0,150	0,119	2,02	0,095	34,494	2,271	0,701	0,307	16,995	38,137	2,345	0,000	0,250	0,628	1,488
<b>6B16+6B17+6B18+6B19+6B20</b>	0,231	0,177	2,364	0,130	36,206	2,683	0,671	0,345	16,774	36,541	1,992	0,145	0,160	0,415	1,166

**Tabela 3.14** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 6 meses de congelação a -18°C.

<b>Bacon (Slanina) - 6 meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>6S1 + 6S2 + 6S3 + 6S4 +6S5</b>	0,189	0,167	2,418	0,119	35,261	2,333	0,688	0,394	15,796	37,772	3,389	0,091	0,220	0,391	0,772
<b>6S6 + 6S7 + 6S8 + 6S9 +6S10</b>	0,216	0,176	2,542	0,104	35,390	2,342	0,674	0,381	15,225	37,137	3,365	0,000	0,191	0,489	1,768
<b>6S11+6S12+6S13+6S14+6S15</b>	0,214	0,153	2,372	0,105	35,188	2,300	0,658	0,348	15,478	37,211	3,453	0,000	0,157	0,45	1,913
<b>6S16+6S17+6S18+6S19+6S20</b>	0,197	0,146	2,366	0,092	34,983	2,322	0,652	0,338	15,317	36,467	3,415	0,000	0,174	0,493	3,038

**Tabela 3.15** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 6 meses de congelação a -18°C.

<b>Costas (Kare) - 6 Meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>6K1 + 6K2 + 6K3 + 6K4 +6K5</b>	0,170	0,139	2,273	0,103	36,717	2,385	0,722	0,299	19,179	35,155	1,344	0,000	0,251	0,560	0,703
<b>6K6 + 6K7 + 6K8 + 6K9 +6K10</b>	0,187	0,162	2,361	0,101	36,222	2,101	0,686	0,264	18,825	35,743	1,223	0,000	0,199	0,470	1,456
<b>6K11+6K12+6K13+6K14+6K15</b>	0,186	0,147	2,247	0,087	36,203	2,101	0,623	0,267	18,534	35,424	1,093	0,000	0,271	0,619	2,198
<b>6K16+6K17+6K18+6K19+6K20</b>	0,213	0,161	2,429	0,084	36,698	2,374	0,615	0,261	18,638	35,078	1,097	0,000	0,238	0,570	1,544

Na análise realizada após 6 meses de congelação a -18°C observa-se um decréscimo bastante acentuado no AG C-18:2, tornando-se apenas vestigial (2%). Os restantes ácidos C-16:0, C-18:0 e C-18:1 mantêm-se como sendo os mais abundantes, alterando-se as suas médias para 36,6%, 17% e 36,7%, respetivamente (Figuras 4.25, 4.26 e 4.27 Anexo E).

### 3.1.2.3 **Análise após 12 meses de congelação**

Os resultados obtidos nas análises feitas às amostras provenientes das Costas (*Kare*), Presunto (*But*) e Bacon (*Slanina*) encontram-se, respetivamente, nas tabelas 3.16, 3.17 e 3.18.

**Tabela 3.16** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 12 meses de congelação a -18°C.

<b>Presunto (But) - 12 meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														<b>n.i.</b>
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	
<b>12B1+12B2+12B3+12B4</b>	0,177	0,146	2,068	0,103	27,475	3,215	0,575	0,584	11,221	43,013	9,545	0,534	0,584	0,313	0,447
<b>12B5+12B6+12B7+12B8</b>	0,185	0,137	1,988	0,000	27,614	3,395	0,312	0,334	11,337	44,437	8,525	0,504	0,169	0,598	0,465
<b>12B9+12B10+12B11+12B12</b>	0,154	0,132	1,853	0,000	26,455	3,035	0,402	0,373	11,490	43,926	10,035	0,521	0,449	0,541	0,635
<b>12B13+12B14+12B15+12B16</b>	0,151	0,128	1,757	0,044	25,869	2,474	0,454	0,339	12,481	41,354	12,808	0,765	0,585	0,213	0,575
<b>12B17+12B18+12B19+12B20</b>	0,185	0,138	1,851	0,000	26,770	3,090	0,345	0,333	11,626	45,816	7,967	0,360	0,167	0,560	0,792

**Tabela 3.17** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 12 meses de congelação a -18°C.

<b>Bacon (Slanina) - 12 meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	<b>n.i.</b>
<b>12S1+12S2+12S3+12S4</b>	0,000	0,164	2,382	0,101	31,432	3,053	0,494	0,427	11,012	37,680	11,506	0,709	0,159	0,389	0,490
<b>12S5+12S6+12S7+12S8</b>	0,084	0,150	2,145	0,042	30,037	2,706	0,434	0,356	12,324	39,144	10,852	0,073	0,645	0,177	0,832
<b>12S9+12S10+12S11+12S12</b>	0,127	0,130	1,945	0,078	28,375	2,399	0,454	0,376	12,763	41,193	10,391	0,552	0,212	0,650	0,354
<b>12S13+12S14+12S15+12S16</b>	0,132	0,117	1,796	0,040	27,869	2,261	0,438	0,316	13,343	40,283	11,447	0,580	0,204	0,585	0,590
<b>12S17+12S18+12S19+12S20</b>	0,172	0,145	2,150	0,076	31,243	2,423	0,449	0,286	14,558	39,269	7,868	0,325	0,207	0,508	0,319

**Tabela 3.18** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 12 meses de congelação a -18°C.

<b>Costas (Kare) - 12 Meses</b>															
<b>Amostra</b>	<b>Ácidos gordos (%)</b>														
	<b>C 10:0</b>	<b>C 12:0</b>	<b>C 14:0</b>	<b>C 15:0</b>	<b>C 16:0</b>	<b>C 16:1</b>	<b>C 17:0</b>	<b>C 17:1</b>	<b>C 18:0</b>	<b>C 18:1</b>	<b>C 18:2</b>	<b>C 18:3</b>	<b>C 20:0</b>	<b>C 20:1</b>	<b>n.i.</b>
<b>12K1+12K2+12K3+12K4</b>	0,160	0,137	1,964	0,000	27,038	3,160	0,445	0,454	11,967	40,821	11,705	0,752	0,208	0,589	0,598
<b>12K5+12K6+12K7+12K8</b>	0,205	0,156	2,240	0,000	30,228	3,275	0,318	0,319	12,698	41,550	7,284	0,373	0,301	0,372	0,684
<b>12K9+12K10+12K11+12K12</b>	0,202	0,163	2,278	0,000	30,267	3,066	0,368	0,347	12,420	40,854	8,290	0,430	0,165	0,561	0,588
<b>12K13+12K14+12K15+12K16</b>	0,098	0,115	1,686	0,000	26,842	2,703	0,407	0,342	14,516	38,998	12,190	0,643	0,181	0,529	0,750
<b>12K17+12K18+12K19+12K20</b>	0,080	0,133	1,107	0,034	29,937	2,606	0,418	0,324	13,348	39,096	11,038	0,589	0,175	0,487	0,629

Após 12 meses de congelação a -18°C ocorre um ressurgimento do AG C-18:2 com uma percentagem de 10,7%. Os restantes ácidos C-16:0, C-18:0 e C-18:1 mantêm-se como sendo os ácidos gordos mais abundantes das amostras, com médias de 28,7%, 12,7% e 41,3%, respetivamente (Figuras 4.28, 4.29 e 4.30 Anexo E).

### 3.1.2.4 Análise após 18 meses de congelação

As tabelas 3.19, 3.20 e 3.21 apresentam, respetivamente, os resultados obtidos das análises feitas às amostras provenientes das Costas (*Kare*), Presunto (*But*) e Bacon (*Slanina*).

**Tabela 3.19** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto após 18 meses de congelação a -18°C.

Presunto (But) - 18 meses															
Amostra	Ácidos gordos (%)														
	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	n.i.
18B1+18B2+18B3+18B4	0,201	1,069	1,202	0,000	28,501	3,198	0,434	0,355	10,874	41,447	10,578	0,566	0,386	0,470	0,718
18B5+18B6+18B7+18B8	0,000	0,234	2,800	0,120	11,628	4,325	0,552	0,494	13,434	53,146	11,425	0,604	0,531	0,078	0,630
18B9+18B10+18B11+18B12	0,238	0,179	2,348	0,085	29,343	3,232	0,410	0,380	11,260	42,648	8,242	0,389	0,540	0,131	0,575
18B13+18B14+18B15+18B16	0,175	0,098	1,999	0,047	28,398	3,019	0,400	0,379	11,830	43,107	8,812	0,405	0,231	0,403	0,698
18B17+18B18+18B19+18B20	0,244	0,185	2,406	0,090	30,330	3,517	0,396	0,407	10,320	41,252	9,464	0,437	0,189	0,281	0,482

**Tabela 3.20** – Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon após 18 meses de congelação a -18°C.

Bacon (Slanina) - 18 meses															
Amostra	Ácidos gordos (%)														
	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	n.i.
18S1+18S2+18S3+18S4	0,000	0,183	2,383	0,105	30,166	2,954	0,514	0,444	11,431	38,517	11,308	0,648	0,172	0,472	0,702
18S5+18S6+18S7+18S8	0,272	0,344	4,841	0,092	30,869	1,677	0,465	0,402	12,887	35,153	10,209	0,503	0,145	0,412	1,731
18S9+18S10+18S11+18S12	0,000	0,114	3,098	0,000	24,489	2,327	0,351	0,305	12,087	44,511	11,222	0,593	0,478	0,000	0,424
18S13+18S14+18S15+18S16	0,000	0,133	3,261	0,000	24,754	1,812	0,560	0,418	13,558	42,262	10,104	0,430	0,105	0,453	2,152
18S17+18S18+18S19+18S20	0,000	0,178	2,529	0,000	32,285	3,167	0,398	0,332	11,386	39,399	8,774	0,395	0,132	0,405	0,619

**Tabela 3.21** - Resultados obtidos na análise qualitativa e quantitativa (%), em ácidos gordos de amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas após 18 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Costas (Kare) - 18 Meses														
	Ácidos gordos (%)														
	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	n.i.
18K1+18K2+18K3+18K4	0,104	0,243	2,231	0,122	28,709	2,444	0,543	0,401	13,687	38,976	10,777	0,585	0,197	0,551	0,428
18K5+18K6+18K7+18K8	0,217	0,169	2,284	0,000	30,438	2,814	0,456	0,348	12,553	38,196	10,780	0,619	0,163	0,434	0,530
18K9+18K10+18K11+18K12	0,098	0,167	2,148	0,000	29,510	2,734	0,454	0,386	12,928	40,721	9,185	0,471	0,155	0,327	0,715
18K13+18K14+18K15+18K16	0,000	0,130	2,067	0,031	30,129	2,258	0,365	0,281	14,619	39,366	8,891	0,464	0,174	0,526	0,699
18K17+18K18+18K19+18K20	0,000	0,127	2,388	0,046	31,789	2,903	0,366	0,298	11,409	38,094	10,662	0,586	0,351	0,240	0,740

Na última análise, realizada após 18 meses de congelação a -18°C, a percentagem dos ácidos gordos maioritários manteve-se praticamente estável. Respetivamente para os AG C-16:0, C-18:0, C-18:1 e C-18:2 obtiveram-se médias de 28,3%, 12,3%, 41% e 10% (Figuras 4.31, 4.32 e 4.33 Anexo E).

De maneira geral, a diminuição e aumento das percentagens dos ácidos gordos identificados pode ser explicada pela diminuição dos restantes ácidos minoritários que a partir da segunda análise decresceram substancialmente – o que poderá explicar o súbito decréscimo do AG C-18:2 após 6 meses de congelação – tendo possivelmente sido oxidados devido ao processo de rancificação, no entanto, as percentagens obtidas não diferem muito ao longo do tempo para os ácidos gordos maioritários.

Eram esperados os valores obtidos nas várias análises. Em carne de porco os ácidos gordos maioritários tendem a ser o C-16:0, C-18:0 e C-18:1, sendo o último o mais abundante de acordo com os estudos publicados. O Ácido Linoleico (C-18:2) apesar de pouco abundante, é um ácido gordo essencial, sendo necessário na dieta humana devido à sua intervenção em reações metabólicas, para além de já ter sido comprovada a sua ação anti-inflamatória e a sua ação redutora de acne.

### 3.1.3 Análise do Índice de TBA da carne de porco durante o tempo de congelação

Para análise do teor de TBA foi construída uma curva de calibração (Figura 3.1), analisando espectrofotometricamente soluções com concentração conhecida de MDA.

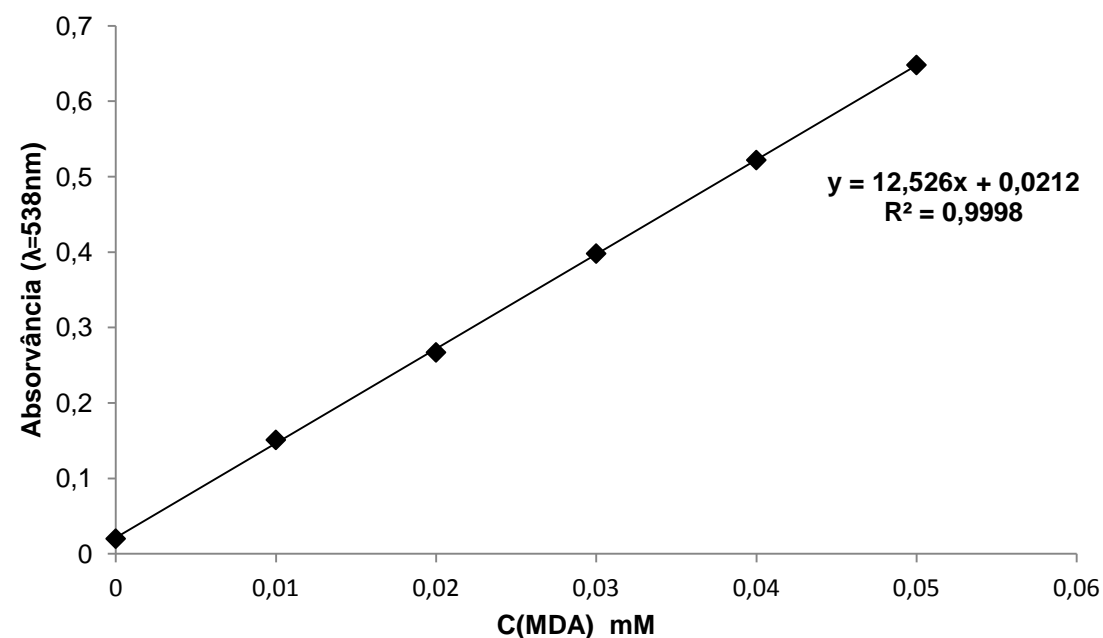


Figura 3.1 – Curva de calibração construída com soluções padrão de MDA (mM) com e linha de tendência linear.

O valor da concentração de MDA foi estimado a partir da equação da linha de tendência da Figura 3.1 e o valor de TBA foi calculado a partir da Equação 4:

$$TBA_{mg/Kg} = \frac{72 \times c}{m \times v} (40 + mH) \quad \text{Equação 4}$$

onde:

**c** - concentração de aldeído malónico ( $\mu\text{M}$ ), calculada a partir da equação da linha de tendência  $C(MDA) = (Abs - 0,0212) \div 12,526$ , multiplicando o resultado por mil, de maneira a fazer a conversão de mM para  $\mu\text{M}$ .

**v** - volume da amostra (5 mL)

**H** - humidade da amostra (%)

**m** - massa da amostra (g)

O teor de humidade foi calculado segundo a Equação 5:

$$\text{Teor de humidade (\%)} = \frac{m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

### 3.1.3.1 *Análise em Fresco*

Os resultados obtidos encontram-se apresentados nas Tabelas 3.22, 3.23 e 3.24.

**Tabela 3.22** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, em fresco.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
<b>B1/B2</b>	20,05	0,048	2,140	74,50	84,42
	20,01	0,051	2,379	74,50	94,00
<b>B3/B4</b>	20,04	0,070	3,896	71,00	151,81
	20,04	0,054	2,619	71,00	102,04
<b>B5/B6</b>	20,04	0,053	2,539	75,40	100,53
	20,01	0,044	1,820	75,40	72,16
<b>B7/B8</b>	20,02	0,058	2,938	70,00	114,14
	20,00	0,037	1,261	70,00	49,04
<b>B9/B10</b>	20,05	0,040	1,501	72,70	58,83
	20,06	0,054	2,619	72,70	102,60
<b>B11/B12</b>	20,01	0,037	1,261	75,40	50,01
	20,05	0,040	1,501	75,40	59,41
<b>B13/B14</b>	20,02	0,034	1,022	70,70	39,80
	20,00	0,032	0,862	70,70	33,61
<b>B15/B16</b>	20,06	0,052	2,459	72,40	96,24
	20,00	0,055	2,698	72,40	105,85
<b>B19/B20</b>	20,00	0,046	1,980	70,00	76,98
	20,02	0,052	2,459	70,00	95,53

**Tabela 3.23** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, em fresco.

<b>Amostra</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Abs (538nm)</b>	<b>C (MDA) [µM]</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>mg (TBA)/Kg amostra</b>
<b>S1/S2</b>	20,01	0,027	0,463	48,90	16,59
	20,00	0,032	0,862	48,90	30,90
<b>S3/S4</b>	20,10	0,036	1,182	50,10	42,38
	20,01	0,047	2,060	50,10	74,15
<b>S5/S6</b>	20,01	0,056	2,778	46,70	98,66
	20,03	0,051	2,379	46,70	84,41
<b>S7/S8</b>	20,03	0,041	1,581	51,70	57,22
	20,05	0,041	1,581	51,70	57,18
<b>S9/S10</b>	20,02	0,077	4,455	50,70	160,69
	20,01	0,103	6,530	50,70	235,66
<b>S11/S12</b>	20,03	0,038	1,341	46,60	47,57
	20,00	0,043	1,740	46,60	61,80
<b>S13/S14</b>	20,00	0,104	6,610	48,10	236,16
	20,00	0,168	11,720	48,10	418,70
<b>S15/S16</b>	20,01	0,030	0,703	48,10	25,09
	20,01	0,027	0,463	48,10	16,54
<b>S17/S18</b>	20,05	0,049	2,219	42,20	77,25
	20,05	0,045	1,900	42,20	66,13
<b>S19/S20</b>	20,02	0,077	4,455	50,70	160,69
	20,01	0,103	6,530	50,70	235,66

**Tabela 3.24** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, em fresco.

<b>Amostra</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Abs (538nm)</b>	<b>C (MDA) [µM]</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>mg (TBA)/Kg amostra</b>
<b>K1/K2</b>	20,00	0,059	3,018	65,60	115,42
	20,04	0,065	3,497	65,60	133,54
<b>K3/K4</b>	20,00	0,034	1,022	69,70	39,69
	20,00	0,036	1,182	69,70	45,89
<b>K5/K6</b>	20,07	0,044	1,820	70,40	70,69
	20,01	0,044	1,820	70,40	70,85
<b>K7/K8</b>	20,03	0,069	3,816	63,10	144,41
	20,01	0,078	4,535	63,10	171,73
<b>K9/K10</b>	20,01	0,091	5,572	69,10	215,85
	20,03	0,125	8,287	69,10	320,76
<b>K11/K12</b>	20,02	0,081	4,774	66,70	183,21
	20,00	0,049	2,219	66,70	85,23
<b>K13/K14</b>	20,02	0,082	4,854	70,90	189,21
	20,01	0,087	5,253	70,90	204,84
<b>K15/K16</b>	20,01	0,075	4,295	67,80	165,57
	20,00	0,066	3,577	67,80	137,92
<b>K17/K18</b>	20,04	0,081	4,774	67,90	183,90
	20,03	0,104	6,610	67,90	254,72
<b>K19/K20</b>	20,00	0,063	3,337	70,40	129,94
	20,00	0,044	1,820	70,40	70,87

### 3.1.3.2 Análise após 3 meses de congelação

As Tabelas 3.25, 3.26 e 3.27 mostram os resultados após 3 meses de congelação.

**Tabela 3.25** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 3 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
<b>B1/B2</b>	20,01	0,061	3,177	74,50	125,55
	20,00	0,057	2,858	74,50	112,97
<b>B3/B4</b>	20,05	0,187	13,236	71,00	515,59
	20,02	0,173	12,119	71,00	472,58
<b>B5/B6</b>	20,02	0,067	3,656	75,40	144,90
	20,05	0,058	2,938	75,40	116,30
<b>B7/B8</b>	20,09	0,056	2,778	72,70	108,74
	20,03	0,050	2,299	72,70	90,19
<b>B9/B10</b>	20,03	0,066	3,577	70,00	138,90
	20,07	0,070	3,896	70,00	151,08
<b>B11/B12</b>	20,05	0,038	1,341	70,00	52,05
	20,08	0,050	2,299	70,00	89,13
<b>B13/B14</b>	20,07	0,037	1,261	72,70	49,41
	20,08	0,030	0,703	72,70	27,51
<b>B15/B16</b>	20,07	0,033	0,942	72,40	36,86
	20,04	0,044	1,820	72,40	71,29
<b>B19/B20</b>	20,07	0,078	4,535	70,70	176,31
	20,06	0,070	3,896	70,70	151,53

**Tabela 3.26** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 3 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
<b>S1/S2</b>	20,04	0,036	1,182	70,40	45,94
	20,10	0,040	1,501	70,40	58,23
<b>S3/S4</b>	20,01	0,065	3,497	70,40	136,10
	20,09	0,070	3,896	70,40	151,19
<b>S5/S6</b>	20,10	0,074	4,215	70,40	163,53
	20,06	0,060	3,098	70,40	120,34
<b>S7/S8</b>	20,00	0,081	4,774	65,60	182,59
	20,03	0,085	5,093	65,60	194,58
<b>S9/S10</b>	20,00	0,037	1,261	67,80	48,64
	20,05	0,040	1,501	67,80	57,77
<b>S11/S12</b>	20,11	0,059	3,018	67,80	115,90
	20,04	0,053	2,539	67,80	97,76
<b>S13/S14</b>	20,00	0,035	1,102	69,70	42,79
	20,09	0,040	1,501	69,70	58,10
<b>S15/S16</b>	20,09	0,044	1,820	69,10	70,30
	20,07	0,045	1,900	69,10	73,44
<b>S17/S18</b>	20,02	0,057	2,858	70,90	111,41
	20,04	0,053	2,539	70,90	98,89
<b>S19/S20</b>	20,00	0,048	2,140	65,60	81,83
	20,06	0,050	2,299	65,60	87,74

**Tabela 3.27** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 3 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
K1/K2	20,06	0,075	4,295	46,60	152,15
	20,01	0,092	5,652	46,60	200,63
K3/K4	20,08	0,070	3,896	48,10	138,74
	20,13	0,070	3,896	48,10	138,46
K5/K6	20,02	0,059	3,018	46,70	107,12
	20,06	0,042	1,661	46,70	58,85
K7/K8	20,16	0,075	4,295	46,70	151,60
	20,03	0,047	2,060	46,70	73,08
K9/K10	20,28	0,043	1,740	48,90	61,69
	20,01	0,040	1,501	48,90	53,77
K11/K12	20,10	0,062	3,257	51,70	117,59
	20,02	0,065	3,497	51,70	126,64
K13/K14	20,09	0,111	7,169	51,70	258,92
	20,10	0,114	7,409	51,70	267,46
K15/K16	20,02	0,043	1,740	42,20	60,65
	20,00	0,038	1,341	42,20	46,78
K17/K18	20,01	0,039	1,421	50,70	51,28
	20,07	0,045	1,900	50,70	68,40
K19/K20	20,02	0,054	2,619	50,10	94,23
	20,06	0,060	3,098	50,10	111,29

### 3.1.3.3 *Análise após 6 meses de congelação*

Os resultados obtidos após 6 meses de congelação encontram-se nas Tabelas 3.28, 3.29 e 3.30.

**Tabela 3.28** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 6 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
B1/B2	20,00	0,084	5,014	64,80	191,17
	20,00	0,084	5,014	64,80	191,17
B3/B4	20,01	0,048	2,140	68,40	82,66
	20,01	0,048	2,140	68,40	82,66
B5/B6	20,00	0,041	1,581	70,50	61,57
	20,00	0,041	1,581	70,50	61,57
B7/B8	20,11	0,114	7,409	70,10	286,99
	20,11	0,114	7,409	70,10	286,99
B9/B10	20,03	0,102	6,451	73,60	253,86
	20,03	0,102	6,451	73,60	253,86
B11/B12	20,00	0,055	2,698	72,10	105,73
	20,00	0,055	2,698	72,10	105,73
B13/B14	20,03	0,047	2,060	72,80	80,82
	20,03	0,047	2,060	72,80	80,82
B15/B16	20,03	0,131	8,766	70,60	341,19
	20,03	0,131	8,766	70,60	341,19
B17/B18	20,05	0,079	4,614	68,70	178,21
	20,05	0,079	4,614	68,70	178,21
B19/B20	20,00	0,090	5,493	66,30	210,62
	20,00	0,090	5,493	66,30	210,62

**Tabela 3.29** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 6 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
S1/S2	20,01	0,047	2,060	57,10	76,23
	20,01	0,047	2,060	57,10	76,23
S3/S4	20,07	0,078	4,535	49,50	162,46
	20,07	0,078	4,535	49,50	162,46
S5/S6	20,03	0,046	1,980	45,40	69,88
	20,03	0,046	1,980	45,40	69,88
S7/S8	20,12	0,045	1,900	50,10	68,10
	20,12	0,045	1,900	50,10	68,10
S9/S10	20,11	0,056	2,778	52,70	100,66
	20,11	0,056	2,778	52,70	100,66
S11/S12	20,07	0,061	3,177	53,40	115,62
	20,07	0,061	3,177	53,40	115,62
S13/S14	20,09	0,056	2,778	52,50	100,66
	20,09	0,056	2,778	52,50	100,66
S15/S16	20,02	0,043	1,740	49,80	62,55
	20,02	0,043	1,740	49,80	62,55
S17/S18	20,04	0,055	2,698	53,70	98,42
	20,04	0,055	2,698	53,70	98,42
S19/S20	20,06	0,059	3,018	48,90	107,90
	20,06	0,059	3,018	48,90	107,90

**Tabela 3.30** - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 6 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
K1/K2	20,00	0,037	1,261	67,50	48,59
	20,00	0,037	1,261	67,50	48,59
K3/K4	20,03	0,052	2,459	64,30	93,48
	20,03	0,025	0,303	64,30	11,53
K5/K6	20,03	0,113	7,329	69,20	283,78
	20,03	0,113	7,329	69,20	283,78
K7/K8	20,01	0,121	7,967	60,80	299,10
	20,01	0,121	7,967	60,80	299,10
K9/K10	20,02	0,037	1,261	69,70	48,95
	20,02	0,037	1,261	69,70	48,95
K11/K12	20,05	0,047	2,060	65,60	78,63
	20,05	0,047	2,060	65,60	78,63
K13/K14	20,08	0,039	1,421	65,80	54,23
	20,08	0,039	1,421	65,80	54,23
K15/K16	20,06	0,187	13,236	64,80	503,58
	20,06	0,187	13,236	64,80	503,58
K17/K18	20,05	0,068	3,736	66,70	143,22
	20,05	0,068	3,736	66,70	143,22
K19/K20	20,01	0,072	4,056	62,10	153,01
	20,01	0,072	4,056	62,10	153,01

### 3.1.3.4 Análise após 12 meses de congelação

As Tabelas 3.31, 3.32 e 3.33 mostram os resultados após 12 meses de congelação.

**Tabela 3.31** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 12 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [ $\mu$ M]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
<b>B1/B2</b>	20,02	0,173	12,119	68,60	468,39
	20,02	0,173	12,119	68,60	468,39
<b>B3/B4</b>	20,08	0,090	5,493	72,90	215,21
	20,08	0,090	5,493	72,90	215,21
<b>B5/B6</b>	20,06	0,127	8,446	63,60	319,89
	20,06	0,127	8,446	63,60	319,89
<b>B7/B8</b>	20,04	0,142	9,644	69,80	374,12
	20,04	0,142	9,644	69,80	374,12
<b>B9/B10</b>	20,02	0,063	3,337	70,70	129,99
	20,02	0,063	3,337	70,70	129,99
<b>B11/B12</b>	20,05	0,146	9,963	71,30	388,52
	20,05	0,146	9,963	71,30	388,52
<b>B13/B14</b>	20,00	0,214	15,392	72,60	604,20
	20,00	0,214	15,392	72,60	604,20
<b>B15/B16</b>	20,08	0,065	3,497	67,30	134,19
	20,08	0,065	3,497	67,30	134,19
<b>B17/B18</b>	20,09	0,141	9,564	69,50	369,93
	20,09	0,141	9,564	69,50	369,93
<b>B19/B20</b>	20,00	0,091	5,572	70,40	216,98
	20,00	0,091	5,572	70,40	216,98

**Tabela 3.32** - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 12 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [ $\mu$ M]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
<b>S1/S2</b>	20,00	0,461	35,111	51,60	1272,08
	20,00	0,461	35,111	51,60	1272,08
<b>S3/S4</b>	20,04	0,639	49,321	53,80	1799,72
	20,04	0,639	49,321	53,80	1799,72
<b>S5/S6</b>	20,02	0,356	26,728	51,50	967,23
	20,02	0,356	26,728	51,50	967,23
<b>S7/S8</b>	20,00	0,361	27,128	51,20	981,28
	20,00	0,361	27,128	51,20	981,28
<b>S9/S10</b>	20,02	0,249	18,186	54,40	665,70
	20,02	0,249	18,186	54,40	665,70
<b>S11/S12</b>	20,00	0,311	23,136	47,60	824,90
	20,00	0,311	23,136	47,60	824,90
<b>S13/S14</b>	20,01	0,252	18,426	47,90	657,49
	20,01	0,252	18,426	47,90	657,49
<b>S15/S16</b>	20,05	0,396	29,922	48,90	1070,29
	20,05	0,396	29,922	48,90	1070,29
<b>S17/S18</b>	20,03	0,300	22,258	55,40	817,62
	20,03	0,300	22,258	55,40	817,62
<b>S19/S20</b>	20,03	0,357	26,808	56,30	988,26
	20,03	0,357	26,808	56,30	988,26

**Tabela 3.33** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 12 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
K1/K2	20,06	0,094	5,812	68,30	224,04
	20,06	0,094	5,812	68,30	224,04
K3/K4	20,00	0,142	9,644	69,20	373,85
	20,00	0,142	9,644	69,20	373,85
K5/K6	20,01	0,049	2,219	68,90	85,91
	20,01	0,049	2,219	68,90	85,91
K7/K8	20,01	0,095	5,892	69,60	228,65
	20,01	0,095	5,892	69,60	228,65
K9/K10	20,01	0,063	3,337	69,60	129,50
	20,01	0,063	3,337	69,60	129,50
K11/K12	20,01	0,086	5,173	68,40	199,87
	20,01	0,086	5,173	68,40	199,87
K13/K14	20,13	0,150	10,283	68,70	395,95
	20,13	0,150	10,283	68,70	395,95
K15/K16	20,18	0,182	12,837	67,20	490,64
	20,18	0,182	12,837	67,20	490,64
K17/K18	20,02	0,185	13,077	65,50	499,58
	20,02	0,185	13,077	65,50	499,58
K19/K20	20,04	0,090	5,493	66,00	210,07
	20,04	0,090	5,493	66,00	210,07

### 3.1.3.5 *Análise após 15 meses de congelação*

Os resultados obtidos após 15 meses de congelação encontram-se nas Tabelas 3.34, 3.35 e 3.36.

**Tabela 3.34** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 15 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
B1/B2	20,03	0,196	13,955	70,90	543,78
	20,03	0,196	13,955	70,90	543,78
B3/B4	20,02	0,057	2,858	70,00	111,04
	20,02	0,057	2,858	70,00	111,04
B5/B6	20,04	0,162	11,241	70,80	437,68
	20,04	0,162	11,241	70,80	437,68
B7/B8	20,02	0,258	18,905	71,40	738,28
	20,02	0,258	18,905	71,40	738,28
B9/B10	20,02	0,097	6,051	72,70	237,46
	20,02	0,097	6,051	72,70	237,46
B11/B12	20,00	0,218	15,711	70,40	611,76
	20,00	0,218	15,711	70,40	611,76
B13/B14	20,02	0,403	30,481	71,20	1189,48
	20,02	0,403	30,481	71,20	1189,48
B15/B16	20,01	0,266	19,543	64,90	745,21
	20,01	0,266	19,543	64,90	745,21
B17/B18	20,00	0,268	19,703	67,80	759,81
	20,00	0,268	19,703	67,80	759,81
B19/B20	20,02	0,116	7,568	73,10	297,41
	20,02	0,116	7,568	73,10	297,41

**Tabela 3.35** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Bacon, após 15 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [ $\mu$ M]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
S1/S2	20,10	0,354	26,569	47,70	943,87
	20,10	0,354	26,569	47,70	943,87
S3/S4	20,08	0,423	32,077	56,60	1181,59
	20,08	0,423	32,077	56,60	1181,59
S5/S6	20,03	0,412	31,199	47,70	1111,49
	20,03	0,412	31,199	47,70	1111,49
S7/S8	20,02	0,329	24,573	49,60	882,50
	20,02	0,329	24,573	49,60	882,50
S9/S10	20,04	0,253	18,506	48,60	661,40
	20,04	0,253	18,506	48,60	661,40
S11/S12	20,01	0,242	17,627	43,40	617,58
	20,01	0,242	17,627	43,40	617,58
S13/S14	20,03	0,191	13,556	51,40	490,16
	20,03	0,191	13,556	51,40	490,16
S15/S16	20,06	0,383	28,884	46,40	1022,36
	20,06	0,383	28,884	46,40	1022,36
S17/S18	20,03	0,271	19,943	57,50	738,61
	20,03	0,271	19,943	57,50	738,61
S19/S20	20,09	0,349	26,170	54,60	956,06
	20,09	0,349	26,170	54,60	956,06

**Tabela 3.36** - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 15 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [ $\mu$ M]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
K1/K2	20,02	0,281	20,741	62,50	783,41
	20,02	0,281	20,741	62,50	783,41
K3/K4	20,01	0,073	4,135	61,80	155,84
	20,01	0,073	4,135	61,80	155,84
K5/K6	20,02	0,070	3,896	55,70	143,34
	20,02	0,070	3,896	55,70	143,34
K7/K8	20,05	0,151	10,362	59,90	387,08
	20,05	0,151	10,362	59,90	387,08
K9/K10	20,00	0,101	6,371	62,80	241,09
	20,00	0,101	6,371	62,80	241,09
K11/K12	20,00	0,044	1,820	69,10	70,53
	20,00	0,044	1,820	69,10	70,53
K13/K14	20,01	0,154	10,602	67,90	408,85
	20,01	0,154	10,602	67,90	408,85
K15/K16	20,01	0,104	6,610	68,10	255,10
	20,01	0,104	6,610	68,10	255,10
K17/K18	20,01	0,183	12,917	71,00	503,89
	20,01	0,183	12,917	71,00	503,89
K19/K20	20,01	0,140	9,484	69,90	368,48
	20,01	0,140	9,484	69,90	368,48

### 3.1.3.6 Análise após 18 meses de congelação

As Tabelas 3.37, 3.38 e 3.39 mostram os resultados após 18 meses de congelação.

**Tabela 3.37** - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do Presunto, após 18 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
B1/B2	20,02	0,171	11,959	68,10	461,35
	20,02	0,171	11,959	68,10	461,35
B3/B4	20,01	0,248	18,106	70,43	704,84
	20,01	0,248	18,106	70,43	704,84
B5/B6	20,02	0,105	6,690	68,30	258,28
	20,02	0,105	6,690	68,30	258,28
B7/B8	20,03	0,175	12,278	70,43	477,62
	20,03	0,175	12,278	70,43	477,62
B9/B10	20,00	0,081	4,774	72,33	187,22
	20,00	0,081	4,774	72,33	187,22
B11/B12	20,01	0,099	6,211	71,27	242,53
	20,01	0,099	6,211	71,27	242,53
B13/B14	20,03	0,115	7,488	72,20	293,20
	20,03	0,115	7,488	72,20	293,20
B15/B16	20,01	0,112	7,249	67,60	279,23
	20,01	0,112	7,249	67,60	279,23
B17/B18	20,01	0,098	6,131	68,67	237,12
	20,01	0,098	6,131	68,67	237,12
B19/B20	20,01	0,112	7,249	69,93	281,66
	20,01	0,112	7,249	69,93	281,66

**Tabela 3.38** - Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona do bacon, após 18 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [µM]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
S1/S2	20,04	0,269	19,783	52,13	717,12
	20,04	0,269	19,783	52,13	717,12
S3/S4	20,07	0,250	18,266	53,30	664,42
	20,07	0,250	18,266	53,30	664,42
S5/S6	20,02	0,275	20,262	48,20	723,59
	20,02	0,275	20,262	48,20	723,59
S7/S8	20,04	0,372	28,006	50,30	1007,81
	20,04	0,372	28,006	50,30	1007,81
S9/S10	20,01	0,217	15,631	51,90	566,79
	20,01	0,217	15,631	51,90	566,79
S11/S12	20,02	0,197	14,035	48,13	501,08
	20,02	0,197	14,035	48,13	501,08
S13/S14	20,05	0,252	18,426	50,60	663,59
	20,05	0,252	18,426	50,60	663,59
S15/S16	20,02	0,395	29,842	48,37	1066,43
	20,02	0,395	29,842	48,37	1066,43
S17/S18	20,05	0,326	24,333	55,53	893,64
	20,05	0,326	24,333	55,53	893,64
S19/S20	20,04	0,312	23,216	53,27	845,35
	20,04	0,312	23,216	53,27	845,35

**Tabela 3.39** – Valores de TBA obtidos em amostras de carne de porco proveniente da zona das Costas, após 18 meses de congelação a -18°C.

Amostra	Massa (g)	Abs (538nm)	C (MDA) [ $\mu$ M]	Humidade (%)	mg (TBA)/Kg amostra
K1/K2	20,04	0,119	7,808	66,10	298,73
	20,04	0,119	7,808	66,10	298,73
K3/K4	20,05	0,133	8,925	65,10	340,08
	20,05	0,133	8,925	65,10	340,08
K5/K6	20,02	0,228	16,510	64,60	628,58
	20,02	0,228	16,510	64,60	628,58
K7/K8	20,02	0,105	6,690	63,43	253,59
	20,02	0,105	6,690	63,43	253,59
K9/K10	20,05	0,153	10,522	67,37	404,35
	20,05	0,153	10,522	67,37	404,35
K11/K12	20,05	0,077	4,455	67,70	171,40
	20,05	0,077	4,455	67,70	171,40
K13/K14	20,05	0,096	5,972	67,47	229,57
	20,05	0,096	5,972	67,47	229,57
K15/K16	20,03	0,066	3,577	66,70	137,20
	20,03	0,066	3,577	66,70	137,20
K17/K18	20,03	0,111	7,169	67,73	276,08
	20,03	0,111	7,169	67,73	276,08
K19/K20	20,00	0,097	6,051	66,00	231,79
	20,00	0,097	6,051	66,00	231,79

Na análise do índice de TBA observam-se diferenças estatisticamente significativas nas amostras de carne de porco com 12, 15 e 18 meses de congelação a -18°C (Figura 4.34, Anexo F).

Apesar de se observar uma subida bastante acentuada ao fim de 12 meses de congelação, o valor de TBA começa a decrescer nas análises seguintes. Este facto já era esperado pois o teste do índice de TBA é utilizado para avaliação das fases iniciais de oxidação lipídica, o que implica que as carnes analisadas já começam a entrar em fases de oxidação mais avançadas.

Desconhecem-se as condições em que foram mantidas as carnes antes da análise realizada em fresco, pelo que os valores elevados registados desde o início podem advir de estados de rancificação já avançados ainda antes de se iniciar a análise.

Na Legislação Portuguesa apenas está definido um valor máximo, para o índice de TBA em pescado, não estando definidos métodos ou valores para carnes.

## 3.2 Qualidade Alimentar em Ovos

### 3.2.1 Capacidade de Formação de Espuma e Drenagem

Calculou-se a capacidade de formação de espuma com base na Equação 6:

$$\text{Capacidade de formação de espuma (CFE) (\%)} = \frac{V_0}{V_i} \times 100 \quad \text{Equação 6}$$

onde  $V_0$  indica o volume de espuma formado e  $V_i$  indica o volume inicial de amostra. Como  $V_i = 100$ , temos que:

$$\text{Capacidade de formação de espuma (CFE) (\%)} = V_0 \quad \text{Equação 7}$$

Para o cálculo da percentagem de drenagem foi utilizada a Equação 8:

$$\text{Drenagem (\%)} = \frac{V_d}{V_0} \times 100 \quad \text{Equação 8}$$

onde  $V_d$  representa o volume de líquido drenado após 10 minutos e  $V_0$  indica o volume de espuma formado inicialmente. Desta forma, obtiveram-se os seguintes resultados, dispostos na tabela 3.40:

**Tabela 3.40** – Valores de Capacidade de Formação de Espuma e Drenagem

<b>Amostra (Pressão-Tempo)</b>	<b><math>V_0</math> (mL)</b>	<b><math>V_d</math> (mL)</b>	<b>CFE (%)</b>	<b>Drenagem (%)</b>
<b>C</b>	250	35	250	14,00
<b>C</b>	240	44	240	18,33
<b>100-5</b>	230	52	230	22,61
<b>100-5</b>	230	53	230	23,04
<b>100-10</b>	230	51	230	22,17
<b>100-10</b>	230	52	230	22,61
<b>200-5</b>	230	53	230	23,04
<b>200-5</b>	230	54	230	23,48
<b>200-10</b>	230	54	230	23,48
<b>200-10</b>	230	54	230	23,48
<b>300-5</b>	270	47	270	17,41
<b>300-5</b>	270	44	270	16,30
<b>300-10</b>	280	38	280	13,57
<b>300-10</b>	280	40	280	14,29

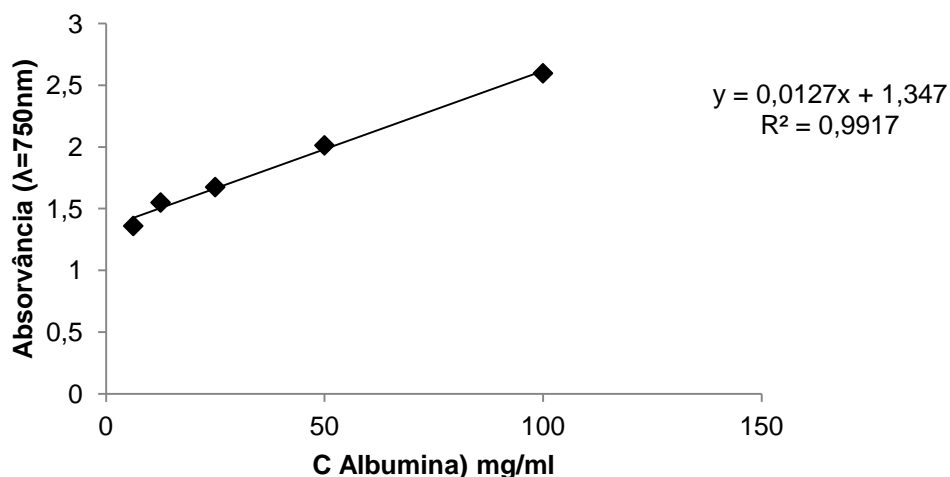
Após a realização do teste de Dunnett, observam-se diferenças estatisticamente significativas para CFE em todos os grupos de tratamentos, quando comparados com o grupo padrão, podendo concluir-se assim que a pressão e o tempo têm influência nos valores de CFE (Figura 4.35, Anexo G).

Na análise à percentagem de Drenagem, observam-se diferenças estatisticamente significativas para os grupos tratados a 100 MPa e 200 MPa (Figura 4.36, Anexo G), podendo concluir-se que a pressão e o tempo têm influência na Drenagem.

Como esperado, observa-se que os valores de CFE e da Drenagem são inversamente proporcionais: quando os valores de CFE são máximos, os valores de Drenagem são mínimos, verificando-se também o inverso (Figura 4.37, Anexo G).

### 3.2.2 Conteúdo Proteico

Para determinar o conteúdo proteico presente na clara de ovo, utilizou-se a equação da reta descrita na Figura 3.2, calculando-se depois o teor proteico através das absorvâncias registadas (Tabela 3.41).



**Figura 3.2** – Curva de calibração construída com soluções padrão de albumina (mg/ml) e linha de tendência linear.

O Conteúdo Proteico (mg/ml) foi calculado a partir da equação da linha de tendência da curva de calibração:  $Teor\ Proteico\ (mg/ml) = (Abs - 1,347) \div 0,0127$ .

**Tabela 3.41 – Teor de Proteína**

<b>Amostra (Pressão-Tempo)</b>	<b>Abs(<math>\lambda=750\text{nm}</math>)</b>	<b>Teor Proteico (mg/ml)</b>
<b>1-C</b>	2,358	79,61
<b>1-C</b>	2,38	81,34
<b>2-100-5</b>	2,238	70,16
<b>2-100-5</b>	2,362	79,92
<b>3-100-10</b>	2,253	71,34
<b>3-100-10</b>	2,304	75,35
<b>4-200-5</b>	2,21	67,95
<b>4-200-5</b>	2,226	69,21
<b>5-200-10</b>	2,303	75,28
<b>5-200-10</b>	2,311	75,91
<b>6-300-5</b>	2,260	71,89
<b>6-300-5</b>	2,267	72,44
<b>7-300-10</b>	2,152	63,39
<b>7-300-10</b>	2,157	63,78

Após a realização de um teste de Dunnett, observam-se diferenças estatisticamente significativas para os grupos tratados a 200 MPa durante 5 minutos e para os grupos tratados a 300 MPa de pressão (Figura 4.38, Anexo G). É compreensível um decréscimo do teor proteico após o tratamento das amostras pois a exerceção de pressão sobre as mesmas gera calor, o que irá provocar a desnaturação das proteínas. Assim quanto maior a pressão exercida e quanto maior o tempo de duração do teste, menor será o Conteúdo Proteico presente nas amostras. No entanto tal não se verifica nas amostras tratadas a 200 MPa durante 5 minutos, onde o valor do Conteúdo Proteico é inferior ao das amostras tratadas a 300 MPa durante o mesmo período de tempo. Já as amostras cuja duração do teste foi de 10 minutos, apresentam uma subida bastante acentuada quando tratadas a 200 MPa. Depreende-se que os valores do Conteúdo Proteico para as amostras tratadas a 200 MPa não podem corresponder à realidade.

De maneira geral, os valores apresentam uma elevada inconstância, pelo que seria aconselhável a repetição dos testes de maneira a validar os resultados.

### 3.4 Qualidade Alimentar em Pescado

#### 3.4.1 Análise da composição nutricional de diferentes tipos de desperdício de atum

##### 3.4.1.1 Teor de humidade

O Teor de Humidade foi calculado segundo a equação abaixo (Equação 9).

$$\text{Teor de Água (\%)} = \frac{m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \times 100 \quad \text{Equação 9}$$

obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 3.42.

**Tabela 3.42** – Resultados obtidos na determinação do Teor de Humidade.

	<b>Amostra</b>	<b>Massa inicial</b>	<b>Massa Final</b>	<b>Teor de Água (%)</b>
<b>1</b>	1.1	2,9453	1,0432	64,58
	1.2	3,0155	1,081	64,15
<b>2</b>	2.1	3,1452	1,0782	65,72
	2.2	3,0133	1,0549	64,99
<b>3</b>	3.1	3,1056	2,0132	35,18
	3.2	3,0181	1,9559	35,19
<b>4</b>	4.1	3,109	2,5593	17,69
	4.2	3,0456	2,4936	18,12

##### 3.4.1.2 Teor Proteico

Para o cálculo do Teor de Proteína, foi utilizada a Equação 10.

$$\text{Teor Proteico (\%)} = \frac{1,4007 \times (V_a - V_b) \times N}{m} \times 6,25 \quad \text{Equação 10}$$

em que  $V_a$  indica o volume de HCl gasto na titulação das amostras, em mililitro,  $V_b$  indica o volume de HCl gasto na titulação de um ensaio em Branco, contendo apenas  $H_2SO_4$  e as pastilhas de digestão (0,1ml),  $N$  indica o valor da normalidade do HCl utilizado (0,2N) e  $m$  indica a massa da amostra em grama. Ao valor obtido multiplica-se o fator de 6,25, convertendo o Teor de Azoto em Teor de Proteína. Os resultados obtidos encontram-se descritos na Tabela 3.43

**Tabela 3.43** – Resultados obtidos na determinação do Teor de Proteína.

	Amostra	Massa da amostra (g)	Volume da Amostra (ml)	Volume do Branco (ml)	Teor de Proteína (%)
<b>1</b>	1.1	2,0193	24,9	0,1	21,50
	1.2	2,0052	24,9	0,1	21,65
<b>2</b>	2.1	2,0124	19	0,1	16,44
	2.2	2,0075	19,1	0,1	16,57
<b>3</b>	3.1	2,004	8,4	0,1	7,25
	3.2	2,0051	8,3	0,1	7,16
<b>4</b>	4.1	2,0074	4,7	0,1	4,01
	4.3	2,0054	4,7	0,1	4,02

### 3.4.1.3 Teor Lipídico

De maneira a calcular o Teor Lipídico, utilizou-se a Equação 11.

$$\text{Teor Lipídico (\%)} = \frac{m_{\text{gordura após secagem}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação 11}$$

tendo sido obtidos os resultados apresentados na tabela 3.44.

**Tabela 3.44** – Resultados obtidos na determinação do Teor em Lípidos.

	Amostra	Massa da Amostra (g)	Massa após secagem (g)	Teor Lipídico (%)
<b>1</b>	1.1	3,56	0,4324	12,15
	1.2	3,0132	0,3705	12,30
<b>2</b>	2.1	3,73	0,5906	15,83
	2.2	3,41	0,5617	16,47
<b>3</b>	3.1	3,66	2,0804	56,84
	3.2	3,49	1,9741	56,56
<b>4</b>	4.1	3,74	2,8932	77,36
	4.2	3,4767	2,697	77,57

Foram analisados os ácidos gordos que constituíam as gorduras extraídas em 2.5.1.2, obtendo-se os valores registados na Tabela 3.45.

**Tabela 3.45** – Resultados obtidos da análise realizada às gorduras extraídas em 2.5.1.2, relativamente à sua constituição em ácidos gordos.

Amostra	Análise dos Ácidos Gordos constituintes das gorduras extraídas																	
	C 14:0	C14:1	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	C22:0	C22:1	C20:5	C22:5	C22:6	n.i.
1	5,85	0,26	0,71	19,37	5,74	0,72	5,70	19,22	2,56	1,68	0,34	2,08	0,50	1,23	7,82	1,49	18,15	6,59
2	1,64	0,00	0,58	16,00	2,72	0,80	9,67	31,81	1,42	0,53	0,27	1,57	0,64	0,34	6,54	3,00	16,87	5,61
3	5,74	0,25	0,71	19,56	6,12	0,75	5,49	18,80	2,22	1,19	0,36	1,37	0,58	0,84	8,78	1,50	19,89	5,86
4	3,84	0,31	0,88	21,21	6,82	0,77	4,99	18,95	1,93	1,71	0,26	1,79	0,54	0,93	8,80	1,32	17,92	7,04

#### 3.4.1.4 Teor de Cinzas

Por fim, foi determinando o teor de cinza, utilizando-se para tal a Equação 12.

$$\text{Teor de Cinzas (\%)} = \frac{m_{\text{cinza}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação 12}$$

Os resultados obtidos encontram-se descritos na Tabela 3.46

**Tabela 3.46** – Resultados obtidos na determinação do Teor de Cinza.

	Amostra	Massa da amostra (g)	Massa da Cinza (g)	Teor de Cinza (%)
1	1.1	5,1899	0,0603	1,16
	1.2	5,0088	0,0593	1,18
2	2.1	4,9805	0,0589	1,18
	2.2	5,0437	0,0603	1,20
3	3.1	5,0324	0,0323	0,64
	3.2	5,1316	0,0326	0,64
4	4.1	5,0884	0,0138	0,27
	4.2	5,7588	0,0167	0,29

Na Tabela 3.47 podemos observar os valores médios dos nutrientes analisados, assim como os respetivos desvios padrão.

**Tabela 3.47** – Percentagens médias e desvios padrão para cada grupo de nutrientes das amostras de desperdício de atum analisadas.

Amostra	Teor de Água (%)	Teor de Proteína (%)	Teor Lipídico (%)	Teor de Cinza (%)
1	64,37 ± 0,30	21,58 ± 0,11	12,50 ± 0,28	1,17 ± 0,02
2	65,36 ± 0,51	16,51 ± 0,09	16,15 ± 0,45	1,19 ± 0,01
3	35,18 ± 0,01	7,21 ± 0,06	56,70 ± 0,20	0,64 ± 0,00
4	17,91 ± 0,31	4,01 ± 0,00	77,47 ± 0,15	0,28 ± 0,01

### 3.4.2 Análise da composição em NaCl e teor de humidade de amostras de truta arco-íris fumada

#### 3.4.2.1 Teor de NaCl

No cálculo do teor de NaCl foi tida em conta a equação descrita em 1.8.3, pelo que:  $n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3)$ .

Como  $m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \times M(\text{NaCl})$ , então:

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3) \times M(\text{NaCl})$$

Generalizando, a massa de NaCl numa determinada amostra é dada por:

$$m(\text{NaCl}) = C_n(\text{AgNO}_3) \times v(\text{AgNO}_3) \times M(\text{NaCl})$$

sendo que  $m(\text{NaCl})$  é expressa em grama,  $C_n(\text{AgNO}_3)$  é expressa em Molar,  $v(\text{AgNO}_3)$  é expresso em  $\text{dm}^3$  e  $M(\text{NaCl})$  é expresso em g/mol.

Na titulação realizada foram usados 25ml de amostra, pelo que, no cálculo da massa de NaCl em 100ml de amostra – ou seja 4x25ml –, tendo em conta que para o volume de  $\text{AgNO}_3$  gasto  $1\text{ml} = \frac{1}{1000} \text{dm}^3$ , irá obter-se a expressão:

$$m(\text{NaCl})_{\text{amostra}} = 4 \times C_n(\text{AgNO}_3) \times \frac{v_{\text{gasto}}(\text{AgNO}_3)}{1000} \times M(\text{NaCl}), \quad \text{Equação 13}$$

sabendo que  $C_n(\text{AgNO}_3) = 0,1\text{M}$  e  $M(\text{NaCl}) = 58,443 \text{g/mol}$ .

Por fim, o Teor de NaCl é dado pela expressão:

$$\text{Teor de NaCl} = \frac{m(\text{NaCl})/100\text{ml}}{m(\text{amostra})} \times 100 \quad \text{Equação 14}$$

#### 3.4.2.1.1 Truta fumada a frio

De acordo com as expressões apresentadas anteriormente, obtiveram-se os seguintes resultados de Teor de NaCl (Tabela 3.48), para a fumagem a frio:

**Tabela 3.48** – Resultados obtidos na determinação do Teor de NaCl em Truta Arco-íris fumada a frio.

<b>Amostra</b>	<b>Massa da Amostra (g)</b>	<b>Volume de AgNO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>Teor de NaCl (%)</b>
<b>S3</b>	2,01	3,2	3,72
<b>S3</b>	2,02	3,2	3,70
<b>SŠ3</b>	2,02	4,1	4,74
<b>SŠ3</b>	2,02	4	4,63
<b>S4,5</b>	2	4,9	5,73
<b>S4,5</b>	2,01	4,8	5,58
<b>SŠ4,5</b>	2	3,6	4,21
<b>SŠ4,5</b>	2,01	3,8	4,42
<b>S6</b>	2	3,3	3,86
<b>S6</b>	2	2,7	3,16
<b>SŠ6</b>	2,01	2,8	3,26
<b>SŠ6</b>	2,13	3	3,30

### 3.4.2.1.2 Truta Fumada a quente

A Tabela 3.49 apresenta os resultados da determinação do Teor de NaCl na fumagem a quente.

**Tabela 3.49** – Resultados obtidos na determinação do Teor de NaCl em Truta arco-íris fumada a quente.

Amostra	Massa da Amostra (g)	Volume de AgNO <sub>3</sub> (ml)	Teor de NaCl (%)
S3	2,03	2,4	2,76
S3	2,06	2,2	2,50
SŠ3	2,03	1,8	2,07
SŠ3	2,04	1,6	1,83
S4.5	2,05	2,9	3,31
S4.5	2,04	3	3,44
SŠ4.5	2,01	3,8	4,42
SŠ4.5	2,01	3,7	4,30
S6	2,06	2,9	3,29
S6	2,02	3,1	3,59
SŠ6	1,99	2,4	2,82
SŠ6	1,99	2,2	2,58

### 3.4.2.2 Water Phase Salt

No cálculo de *Water Phase Salt* (WPS), foi usada a expressão

$$WPS = \frac{\text{Teor de NaCl (\%)}}{\text{Teor de Humidade (\%)} + \text{Teor de NaCl (\%)}} \times 100 \quad \text{Equação 15}$$

onde o Teor de Humidade foi calculado de acordo com a expressão:

$$\text{Teor de humidade (\%)} = \frac{m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \times 100 \quad \text{Equação 16}$$

### 3.4.2.2.1 Truta fumada a frio

Os resultados obtidos na determinação do Teor de Humidade e WPS na truta fumada a frio encontram-se descritos, respetivamente, nas tabelas 3.50 e 3.51.

**Tabela 3.50** – Determinação do teor de humidade para cálculo de WPS na truta arco-íris fumada a frio.

<b>Amostra</b>	<b>Massa Inicial (g)</b>	<b>Massa Final (g)</b>	<b>Teor de Humidade (%)</b>
<b>S3</b>	3,0439	0,9598	68,47
<b>S3</b>	3,0461	0,9727	68,07
<b>SŠ3</b>	3,0059	0,9259	69,20
<b>SŠ3</b>	3,0220	0,9336	69,11
<b>S4,5</b>	2,9590	1,1137	62,36
<b>S4,5</b>	3,0738	1,1095	63,90
<b>SŠ4,5</b>	3,0124	0,8485	71,83
<b>SŠ4,5</b>	3,0816	0,8595	72,11
<b>S6</b>	3,1203	0,8858	71,61
<b>S6</b>	3,0229	0,8451	72,04
<b>SŠ6</b>	3,0681	1,0540	65,65
<b>SŠ6</b>	3,0229	1,0469	65,37

**Tabela 3.51** – Determinação de WPS para Truta arco-íris fumada a frio.

<b>Amostra</b>	<b>Teor de NaCl (%)</b>	<b>Teor de Humidade (%)</b>	<b>WPS</b>
<b>S3</b>	3,72	68,47	<b>5,16</b>
<b>S3</b>	3,70	68,07	<b>5,16</b>
<b>SŠ3</b>	4,74	69,20	<b>6,42</b>
<b>SŠ3</b>	4,63	69,11	<b>6,28</b>
<b>S4,5</b>	5,73	62,36	<b>8,41</b>
<b>S4,5</b>	5,58	63,90	<b>8,03</b>
<b>SŠ4,5</b>	4,21	71,83	<b>5,53</b>
<b>SŠ4,5</b>	4,42	72,11	<b>5,77</b>
<b>S6</b>	3,86	71,61	<b>5,11</b>
<b>S6</b>	3,16	72,04	<b>4,20</b>
<b>SŠ6</b>	3,26	65,65	<b>4,73</b>
<b>SŠ6</b>	3,30	65,37	<b>4,80</b>

### 3.4.2.2.2 Truta fumada a quente

As tabelas 3.52 e 3.53 apresentam, respetivamente, os valores obtidos na determinação do Teor de Humidade e WPS na truta fumada a quente.

**Tabela 3.52** – Determinação do teor de humidade para cálculo de WPS na truta arco-íris fumada a quente.

<b>Amostra</b>	<b>Massa Inicial (g)</b>	<b>Massa Final (g)</b>	<b>Teor de Humidade (%)</b>
<b>S3</b>	3,0061	0,9828	67,31
<b>S3</b>	3,0001	0,9878	67,07
<b>SŠ3</b>	3,0013	0,9672	67,77
<b>SŠ3</b>	3,0002	1,0693	64,36
<b>S4,5</b>	3,0102	0,9639	67,98
<b>S4,5</b>	2,9976	0,9876	67,05
<b>SŠ4,5</b>	2,9983	1,1052	63,14
<b>SŠ4,5</b>	2,9999	1,1115	62,95
<b>S6</b>	3,0076	1,0206	66,07
<b>S6</b>	2,9989	1,0933	63,54
<b>SŠ6</b>	3,0011	1,0308	65,65
<b>SŠ6</b>	3,0000	1,0011	66,63

**Tabela 3.53** – Determinação de WPS para a truta fumada a quente.

<b>Amostra</b>	<b>Teor de NaCl (%)</b>	<b>Teor de Humidade (%)</b>	<b>WPS</b>
<b>S3</b>	2,76	67,31	<b>3,94</b>
<b>S3</b>	2,50	67,07	<b>3,59</b>
<b>SŠ3</b>	2,07	67,77	<b>2,97</b>
<b>SŠ3</b>	1,83	64,36	<b>2,77</b>
<b>S4,5</b>	3,31	67,98	<b>4,64</b>
<b>S4,5</b>	3,44	67,05	<b>4,88</b>
<b>SŠ4,5</b>	4,42	63,14	<b>6,54</b>
<b>SŠ4,5</b>	4,30	62,95	<b>6,40</b>
<b>S6</b>	3,29	66,07	<b>4,74</b>
<b>S6</b>	3,59	63,54	<b>5,34</b>
<b>SŠ6</b>	2,82	65,65	<b>4,12</b>
<b>SŠ6</b>	2,58	66,63	<b>3,73</b>

Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de fumagem a quente e a frio para os grupos de amostras S3, SŠ3 e S4,5, tanto para a análise ao Teor de NaCl (Figura 4.39, Anexo H) como para os valores de WPS (Figura 4.40, Anexo H).

De maneira geral os valores de NaCl e WPS são superiores nas amostras fumadas a frio, com exceção da amostra SŠ4,5 onde é possível observar que a amostra fumada a quente contém um teor de sal e um valor de WPS superior.

## 4. Conclusão e Perspetivas Futuras

---

A primeira conclusão a retirar deste trabalho é a mais-valia que advém do estágio em empresas/faculdades com uma vasta diversificação de projetos, pois em pouco tempo a aprendizagem e interação com diferentes temáticas é bastante elevada, sendo uma ótima forma de visualizar futuras oportunidades de desenvolvimento e quais as principais áreas de interesse pessoal. O facto de este estágio ter sido realizado no estrangeiro traz benefícios à escala pessoal, tendo sido bastante enriquecedor, assim como é uma mais-valia inegável a nível curricular.

Na temática dos tratamentos de HPP em amostras de peito de frango pode concluir-se que o melhor tratamento foi realizado a 300 MPa de pressão durante 10 minutos, onde se verificaram rendimentos maiores tanto para *Moisture Uptake* como para *Cooking Yield*, no entanto seria aconselhável realizar um novo estudo com um maior número de amostras e de análises, de maneira a validar os resultados obtidos. Os ensaios sobre a textura também deveriam ser repetidos, adaptando-se melhor os testes realizados às amostras em estudo.

Nas análises à carne de porco, seria importante ter decidido desde o início qual o plano de amostragem a realizar, de maneira a não comprometer os resultados obtidos. Não se sabendo qual o estado de rancificação da amostra quando analisada em fresco, apenas se pode concluir que as amostras da zona do Bacon são as mais suscetíveis à oxidação lipídica, observando-se um enorme aumento dos níveis de TBA ao fim de 12 meses de congelação. Conclui-se que a carne não se encontrava própria para consumo.

Na análise à CFE da clara de ovo, conclui-se ser aconselhável a realização de tratamentos a 300 MPa de maneira a obter-se uma percentagem de espuma superior, com menor percentagem de drenagem, ou seja, espumas mais densas e coesas, com menos predisposição à rotura.

Na análise da composição nutricional do atum, como o intuito era averiguar a possibilidade de aproveitamento das amostras para outros fins que não o consumo humano, pode-se concluir que as amostras 1 e 2 eram as mais apropriadas para utilização em farinhas de peixe para produção de rações por conterem um maior teor em proteína, minerais e um teor mais baixo em lípidos. Já as amostras 3 e 4 poderiam ser utilizadas para extração de óleo, pois o seu teor em lípidos é extremamente elevado

quando comparado com os outros constituintes, obtendo-se valores de teor em proteína mais baixos.

Por fim, na análise ao Teor de NaCl em amostras de truta, conclui-se que, tendo por base os valores fornecidos pela FDA, apenas a amostra SŠ3 fumada a quente não estaria em condições para ser comercializada, pois o valor de WPS é inferior a 3,5%. As restantes amostras respeitam os requisitos estabelecidos para a sua comercialização. Um próximo passo seria a execução de uma prova organolética aos produtos que cumprem com os requisitos mínimos de mercado, de maneira a estudar a receção do público-alvo aos novos produtos e quais os que teriam maior apetência.

## 5. Referências Bibliográficas

---

Ahn, D. (2014). Egg Components. A. S. D.-I. S. University.

Anetta, L., T. Eva, et al. (2013). Concentration of Malondialdehyde (MDA) in meat products during production, Slovak University of Agriculture in Nitra - Faculty of Biotechnology and Food Sciences.

APN. (2011). "Alimentação Adequada! - Faça mais pela sua Saúde!" Retrieved 16/02/2015, 2015, from [http://www.apn.org.pt/xFiles/scContentDeployer\\_pt/docs/Doc783.pdf](http://www.apn.org.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/Doc783.pdf).

Archer, M. (2001). Fish Waste Production in the United Kingdom, Seafish.

Arvanitoyannis, I. S. and A. Kassaveti (2008). "Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses." International Journal of Food Science and Technology **43**: 726-745.

Atlantic, T. (2014). "Sushinomics: How Bluefin Tuna Became a Million-Dollar Fish." Retrieved 12/12/2014, from [http://www.theatlantic.com/international/archive/2014/01/sushinomics-how-bluefin-tuna-became-a-million-dollar-fish/282826/?single\\_page=true](http://www.theatlantic.com/international/archive/2014/01/sushinomics-how-bluefin-tuna-became-a-million-dollar-fish/282826/?single_page=true).

atuna. (2014). "Tuna Species Guide." Retrieved 12/12/2014, 2014, from <http://www.atuna.com/index.php/tuna-info/tuna-species-guide#albacore>.

Barbanti, D. and M. Pasquini (2005). "Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat." Food Science and Technology **38**: 895-901.

Barroca, M. J. (2008). "Textura. O papel da avaliação sensorial das avaliações tácteis. Avaliação sensorial e instrumental da textura." Retrieved 17/12/2014, from [http://www.esac.pt/noronha/A.S/07\\_08/textura.pdf](http://www.esac.pt/noronha/A.S/07_08/textura.pdf).

BCCDC. (2013). "Salting Fish." from <http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/7DF64E3C-AD6F-4080-B58B-229CE3F7AA71/0/SaltingFishNov13.pdf>.

Campus, M. (2010). "High Pressure Processing of Meat, Meat Products and Seafood." Food Engineering Reviews **2**(4): 256-273.

Cecchi, H. M. (2003). Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, Unicamp.

Christie, W. W. (1993). "Preparation of ester derivatives of fatty acids for chromatographic analysis." Advances in Lipid Methodology **2**: 69-111.

DGPA (2008). Guia de Identificação dos Atuns do Atlântico, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas - Direção-Geral das Pescas e Agricultura.

Erowind. (2014). "Beginners Guide to Soxhlet Extractions." Retrieved 17/12/2014, 2014, from <http://www.erowid.org/archive/rhodium/pdf/soxhlet4dummies.pdf>.

EU (2009). Regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano. CE. Jornal Oficial da União Europeia. **1069**.

FAO (2010). Fats and fatty acids in human nutrition - Report of an expert consultation, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2014). "Biological characteristics of tuna." Retrieved 11/12/2014, 2014, from <http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>.

FAO. (2014). "Cultured Aquatic Species Information Programme - Oncorhynchus mykiss." Retrieved 18/12/2014, 2014, from [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus\\_mykiss/en#tcNA0019](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en#tcNA0019).

FAO. (2014). "National Aquaculture Sector Overview - Croatia." Retrieved 11-12-2014, 2014, from [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_croatia/en](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_croatia/en).

FCNAUP (2004). Guia - Os Alimentos na Roda, Lisboa.

FDA (2011). Chapter 13 - Clostridium botulinum Toxin Formation Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance, Food and Drug Administration.

FDA. (2014). "Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies - High Pressure Processing." Retrieved 31/12/2014, 2014, from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm101456.htm>.

Fernández, P. P., P. D. Sanz, et al. (2007). "Conventional freezing plus high pressure-low temperature treatment: Physical properties, microbial quality and storage stability of beef meat." Meat Science **77**: 616-625.

Figueiredo, P. (2009). "Introdução à Química Alimentar." Retrieved 27/12/2014, from <http://www.pfigueiredo.org/IntroQA.pdf>.

Froning, G. W. and B. Sackett (1985). "Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast meat characteristics." Poultry Science **52**: 1328-1333.

Grau, A., F. Guardiola, et al. (2000). "Measurement of 2-Thiobarbituric Acid Values in Dark Chicken Meat through Derivative Spectrophotometry: Influence of Various Parameters." Journal of Agriculture and Food Chemistry **48**: 1155-1159.

INSA. (2010). "Tabela da Composição de Alimentos - Ovo (de galinha) clara crua." Retrieved 27/10/2014, 2014, from <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetailheAlimento.aspx?ID=IS085>.

INSA. (2014). "Tabela da Composição de Alimentos - Atum fresco cru." Retrieved 11/12/2014, 2014, from <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetailheAlimento.aspx?ID=IS811>.

ISO (1990). Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids International Organization for Standardization. **ISO 5508:1990**.

ISO (2000). Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids, International Organization for Standardization. **ISO 5509:2000**.

ISO (2008). Sensory analysis - Vocabulary, International Organization for Standardization. **ISO 5492:2008**.

Karl, H. (2012). Total lipid determination in fish and fishery products according to a modified method of Smedes. Forschungsbereich Fischqualität. Hamburg, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel.

Kemin (2009). The interaction between meat quality, lipid oxidation and antioxidants in animal diets, Technical Literature.

Korkmaz, D. (2011). "Precipitation Titration: Determination of Chloride by the Mohr Method." Retrieved 03/01/2015, from [http://academic.brooklyn.cuny.edu/esl/gonsalves/tutorials/Writing\\_a\\_Lab\\_Report/xPrecipitation%20Titration%20edited%203.pdf](http://academic.brooklyn.cuny.edu/esl/gonsalves/tutorials/Writing_a_Lab_Report/xPrecipitation%20Titration%20edited%203.pdf).

Laack, R. V., G. Liu, et al. (2000). "Characteristics of Pale, Soft, Exudative Broiler Breast Meat." Poultry Science **79**(7): 1057-1061.

Lomakina, K. and K. Míková (2006). "A Study of the Factors Affecting the Foaming Properties of Egg White – a Review." Czech Journal of Food Science **24**(3): 110–118.

Macfarlane, J. J. (1973). "Pre-rigor pressurization of muscle: effects on pH, shear value and taste panel assessment." Journal of Food Science **38**(2): 294–298.

Mohr, K. F. (1856). "New volumetric determination of chlorine in its combinations." Journal of the Franklin Institute **62**(3): 189-191.

NCHFP. (2014). "Curing and Smoking Meats for Home Food Preservation Literature Review and Critical Preservation Points." from [http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/lit\\_rev/cure\\_smoke\\_postproc.html](http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/lit_rev/cure_smoke_postproc.html).

Nelson, D. L. and M. M. Cox (2005). Lehninger principles of biochemistry. New York.

Olsen, N. V., K. G. Grunert, et al. (2010). "Consumer acceptance of high-pressure processing and pulsed-electric field: a review." Trends in Food Science & Technology **21**(9): 464–472.

Osawa, C. C., P. E. d. Felício, et al. (2005). "Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos." Química Nova **28**(4): 655-663.

Plancken, I. V. d., A. V. Loey, et al. (2007). "Foaming properties of egg white proteins affected by heat or high pressure treatment." Journal of Food Engineering **78**: 1410–1426.

Raes, K., A. Balcaen, et al. (2003). "Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef." Meat Science **65**: 1237-1246.

Realini, C. E., M. D. Guàrdia, et al. (2011). "High pressure and freezing temperature effect on quality and microbial inactivation of cured pork carpaccio." Meat Science **88**: 542-547.

Schmidt-Nielsen, K. (1997). Animal Physiology : Adaptation and Environment.

Smedes, F. (1999). "Determination of total lipid using non-chlorinated solvents." Analyst **124**(11): 1711-1718.

Spence, J. D., D. J. A. Jenkins, et al. (2012). "Egg yolk consumption and carotid plaque." Atherosclerosis **224**: 469-473.

TetraQual. (2014). "Fumagem." Retrieved 23/12/2014, 2014, from <http://www.segurancalimentar.com/conteudos.php?id=98>.

Vaz-Pires, P. (2012). Tecnologia e Qualidade Alimentar. Porto, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar: 338.

Villacís, M. F., N. K. Rastogi, et al. (2008). "Effect of high pressure on moisture and NaCl diffusion into turkey breast." Food Science and Technology **41**: 836-844.

Wal, J. S. V., A. Gupta, et al. (2008). "Egg breakfast enhances weight loss." International Journal of Obesity **32**: 1545–1551.

Waterborg, J. H. (2009). The Lowry Method for Protein Quantitation. The Protein Protocols Handbook: 7-10.

WWF. (2014). "Tuna." Retrieved 11/12/2014, 2014, from [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/footprint/smart\\_fishing/solutions/important\\_species/\\_tuna\\_2/](http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/smart_fishing/solutions/important_species/_tuna_2/).

Yang, R.-X., W.-Z. Li, et al. (2009). "Effects of ultra-high hydrostatic pressure on foaming and physical-chemistry properties of egg white." Journal of Biomedical Science and Engineering **2**: 617-620.

# Anexos

---



## **Lista de Anexos**

**ANEXO A- Tabela da Composição da Clara de Ovo – INSA 2014**

**ANEXO B – Tabela com alguns dos ácidos gordos que ocorrem de forma natural: estrutura, propriedades e nomenclatura (Adaptado de Nelson & Cox, 2005)**

**ANEXO C – Tabela da Composição do Atum Cru Fresco – INSA 2014**

**ANEXO D – Resultados obtidos da análise estatística para os valores de Cor, Textura, *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* em amostras de carne de frango**

**ANEXO E – Resultados obtidos da análise estatística para os valores Ácidos Gordos em amostras de carne de porco**

**ANEXO F – Resultados obtidos da análise estatística para os valores TBA em amostras de carne de porco**

**ANEXO G – Resultados obtidos da análise estatística para os valores de CFE, Drenagem e Conteúdo Proteico em amostras de clara de ovo**

**ANEXO H – Resultados obtidos da análise estatística para os valores de Teor de NaCl e WPS para amostras de Truta Arco-íris fumada**



# Anexo A



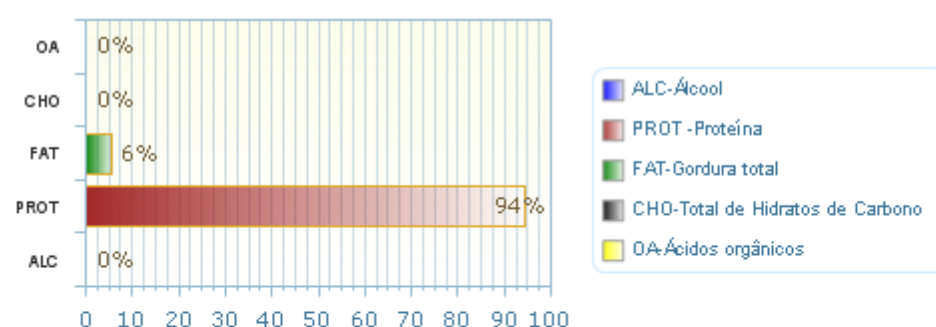
## DETALHE ALIMENTO

Language Selection : English

### Resumo do Alimento

**Nome:** Ovo (de galinha) clara crua  
**Grupo:** Ovos  
**SubGrupo:** Sem Grupo  
**Parte Edível:** 100 %  
**Porção Unitária Recomendada:** -  
**Referência Porção Unitária Recomendada:**  
**Porção Unitária Habitual:** -  
**Referência Porção Unitária Habitual:**  
**Código:** IS085

### Distribuição Energética (%)



### Energia

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Energia , kcal	47			<a href="#">Fonte</a>
Energia , kJ	195			<a href="#">Fonte</a>

### Macroconstituintes

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Água, g	87,4			<a href="#">Fonte</a>
Proteína, g	11,0			<a href="#">Fonte</a>
Gordura total, g	0,3			<a href="#">Fonte</a>
Total de Hidratos de Carbono disponíveis, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Total de Hidratos de Carbono expresso em monossacáridos, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Mono+dissacáridos, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Ácidos orgânicos, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Álcool, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Amido, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Oligossacáridos, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Fibra alimentar, g	0			<a href="#">Fonte</a>

Ácidos Gordos

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Ácidos gordos saturados, g	0,1			<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos monoinsaturados, g	0,1			<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos polinsaturados, g	0,0			<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos trans, g	0			<a href="#">Fonte</a>
Ácido linoleico, g	0,0			<a href="#">Fonte</a>

Colesterol

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Colesterol, mg	0			<a href="#">Fonte</a>

Vitaminas

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	Fonte	Fonte
Vitamina A total (equivalentes de retinol), ug	0			<a href="#">Fonte</a>
Caroteno, mg	0			<a href="#">Fonte</a>
Vitamina D, ug	0			<a href="#">Fonte</a>
a-tocoferol, mg	0,030			<a href="#">Fonte</a>
Tiamina, mg	0,040			<a href="#">Fonte</a>
Riboflavina, mg	0,33			<a href="#">Fonte</a>
Equivalentes de niacina, mg	3,2			<a href="#">Fonte</a>
Niacina, mg	0,030			<a href="#">Fonte</a>
Triptofano/60, mg	3,2			<a href="#">Fonte</a>
Vitamina B6, mg	0,020			<a href="#">Fonte</a>
Vitamina B12, ug	0,10			<a href="#">Fonte</a>
Vitamina C, mg	0			<a href="#">Fonte</a>
Folatos, ug	14			<a href="#">Fonte</a>

Minerais

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Cinza, g	1,30			<a href="#">Fonte</a>
Sódio (Na), mg	193			<a href="#">Fonte</a>
Potássio (K), mg	142			<a href="#">Fonte</a>
Cálcio (Ca), mg	6,0			<a href="#">Fonte</a>
Fósforo (P), mg	13			<a href="#">Fonte</a>
Magnésio (Mg), mg	12			<a href="#">Fonte</a>
Ferro (Fe), mg	0,1			<a href="#">Fonte</a>
Zinco (Zn), mg	0,1			<a href="#">Fonte</a>

\* de parte edível

# Anexo B



**TABLE 10–1** Some Naturally Occurring Fatty Acids: Structure, Properties, and Nomenclature

Carbon skeleton	Structure*	Systematic name†	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.5		
24:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	1–0.5		
18:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2(Δ <sup>9,12</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	1–5		
18:3(Δ <sup>9,12,15</sup> )	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	–11		
20:4(Δ <sup>5,8,11,14</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	–49.5		



# Anexo C

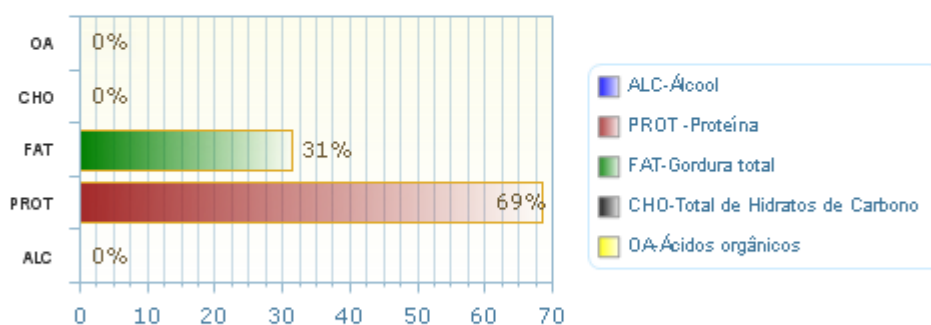


Language Selection : English

Resumo do Alimento

**Nome:** Atum fresco cru  
**Grupo:** Pescado (Peixe, Moluscos e Crustáceos) e Derivados  
**SubGrupo:** Peixe  
**Parte Edível:** 100 %  
**Porção Unitária Recomendada:** 30 g  
**Referência Porção Unitária Recomendada:**  
**Porção Unitária Habitual:** -  
**Referência Porção Unitária Habitual:**  
**Código:** IS811

Distribuição Energética (%)



Energia

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Energia , kcal	140	42		<a href="#">Fonte</a>
Energia , kJ	588	176		<a href="#">Fonte</a>

Ácidos Gordos

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Ácidos gordos saturados, g	1,7	0,5		<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos monoinsaturados, g	1,7	0,5		<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos polinsaturados, g	0,8	0,2		<a href="#">Fonte</a>
Ácidos gordos trans, g	0	0		<a href="#">Fonte</a>
Ácido linoleico, g	0,1	0		<a href="#">Fonte</a>

Colesterol

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Colesterol, mg	30	9		<a href="#">Fonte</a>

Vitaminas

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	Fonte	Fonte
Vitamina A total (equivalentes de retinol), ug	11	3		<a href="#">Fonte</a>
Caroteno, mg	0	0		<a href="#">Fonte</a>
Vitamina D, ug	4,2	1,3		<a href="#">Fonte</a>
a-tocoferol, mg	0,64	0,19		<a href="#">Fonte</a>
Tiamina, mg	0,096	0,029		<a href="#">Fonte</a>
Riboflavina, mg	0,048	0,014		<a href="#">Fonte</a>
Equivalentes de niacina, mg	15	5		<a href="#">Fonte</a>
Niacina, mg	10	3		<a href="#">Fonte</a>
Triptofano/60, mg	4,6	1,4		<a href="#">Fonte</a>
Vitamina B6, mg	0,56	0,17		<a href="#">Fonte</a>
Vitamina B12 , ug	2,4	0,7		<a href="#">Fonte</a>
Vitamina C, mg	0	0		<a href="#">Fonte</a>
Folatos, ug	8,3	2,5		<a href="#">Fonte</a>

Minerais

Componentes	por 100 g*	por porção recomendada	por porção habitual	Fonte
Cinza, g	1,50	0,45		<a href="#">Fonte</a>
Sódio (Na), mg	45	14		<a href="#">Fonte</a>
Potássio (K), mg	355	107		<a href="#">Fonte</a>
Cálcio (Ca), mg	4,0	1,2		<a href="#">Fonte</a>
Fósforo (P), mg	257	77		<a href="#">Fonte</a>
Magnésio (Mg), mg	37	11		<a href="#">Fonte</a>
Ferro (Fe), mg	2,2	0,7		<a href="#">Fonte</a>
Zinco (Zn), mg	1,5	0,5		<a href="#">Fonte</a>

\* de parte edível

# Anexo D



**Análise Estatística para alterações na cor a 4°C**

**Multiple Comparisons**

L\*

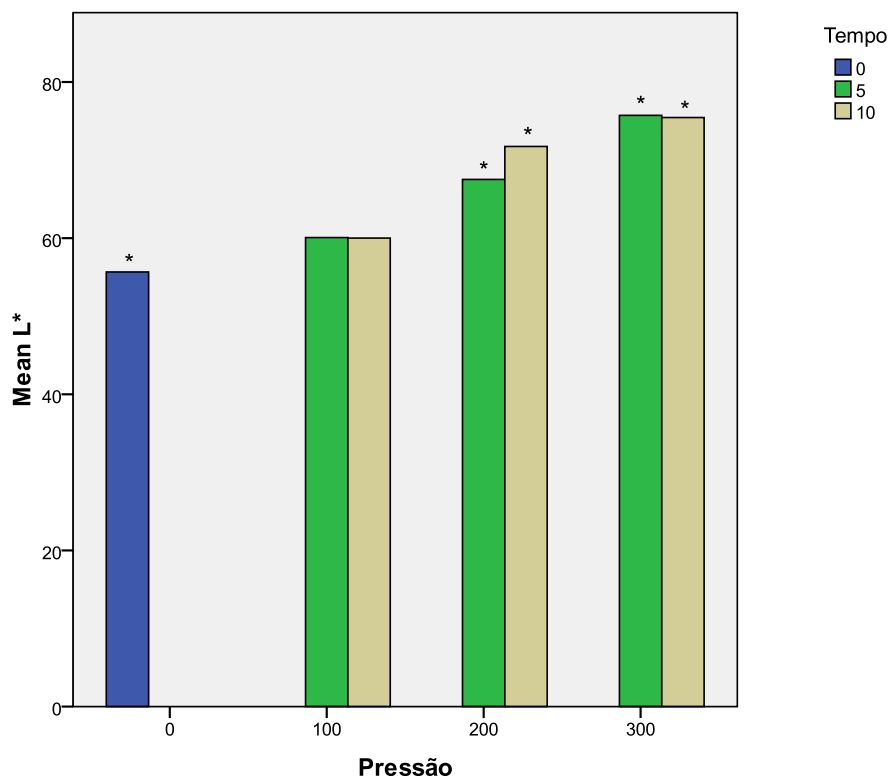
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Amostra_ rec	(J) Amostra_ _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
100-10	0-0	4,340	1,898	,199	-1,98	10,66
100-5	0-0	4,405	1,898	,191	-1,92	10,73
200-10	0-0	16,075*	1,898	,000	9,75	22,40
200-5	0-0	11,850*	1,898	,002	5,53	18,17
300-10	0-0	19,780*	1,898	,000	13,46	26,10
300-5	0-0	20,060*	1,898	,000	13,74	26,38

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Verificam-se diferenças estatisticamente significativas nos grupos tratados a 200 MPa e 300 MPa de pressão.



**Figura 4.1** – Cor para as amostras tratadas a 4°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.

**Test of Homogeneity of Variances**

L\*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.	6	.	.

Não se conseguem obter dados para a homogeneidade de variâncias para os dados dos testes de cor a 4°C.

**Análise Estatística para alterações na cor a 20°C**

**Test of Homogeneity of Variances**

L\*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,193	6	14	,106

Observa-se homogeneidade de variâncias para os valores da cor.

**Multiple Comparisons**

L\*

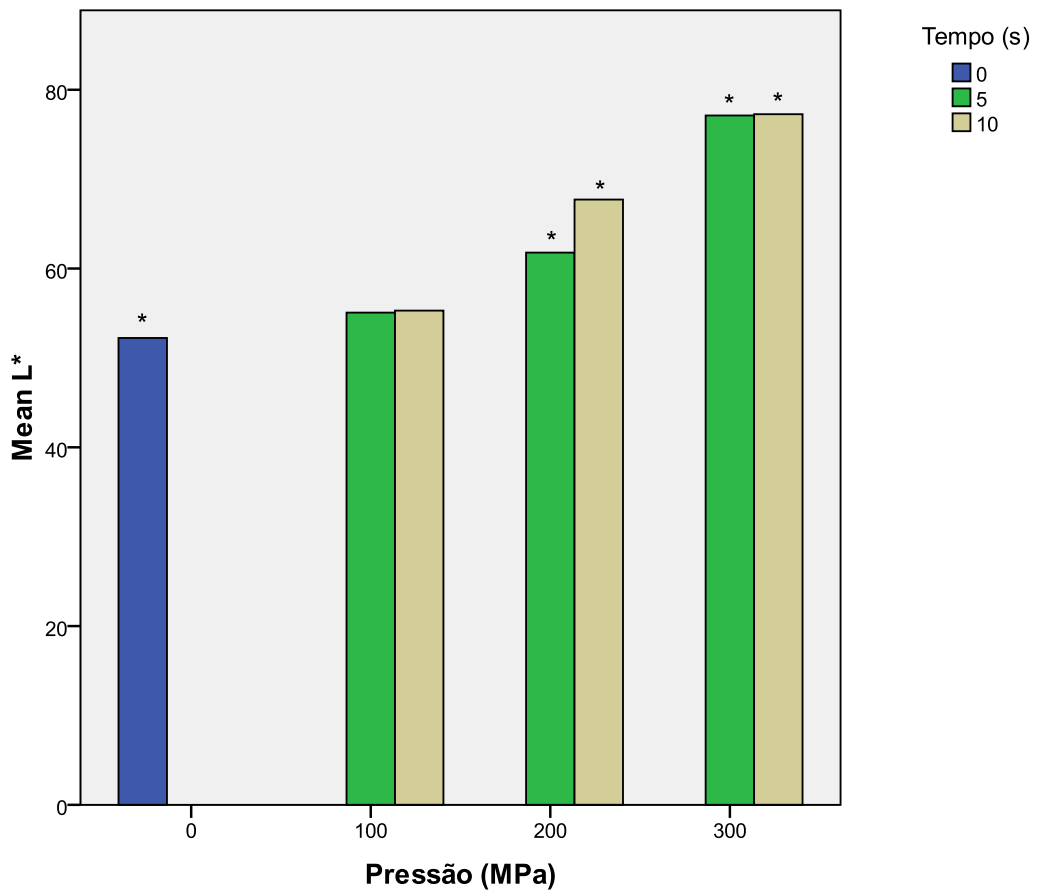
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Amostra_ rec	(J) Amostra_ _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
100-10	0-0	3,063	2,242	,582	-3,47	9,59
100-5	0-0	2,840	2,242	,648	-3,69	9,37
200-10	0-0	15,487*	2,242	,000	8,96	22,02
200-5	0-0	9,553*	2,242	,004	3,02	16,08
300-10	0-0	25,037*	2,242	,000	18,51	31,57
300-5	0-0	24,893*	2,242	,000	18,36	31,42

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Verificam-se diferenças estatisticamente significativas nos grupos tratados a 200 MPa e 300 MPa de pressão.



**Figura 4.2** - Cor para as amostras tratadas a 20°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.

### Análise Estatística para alterações na cor a -20°C

#### Test of Homogeneity of Variances

L\*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,801E15	2	3	,000

Não se verifica homogeneidade de variâncias possivelmente devido ao baixo número de amostras considerado.

**Multiple Comparisons**

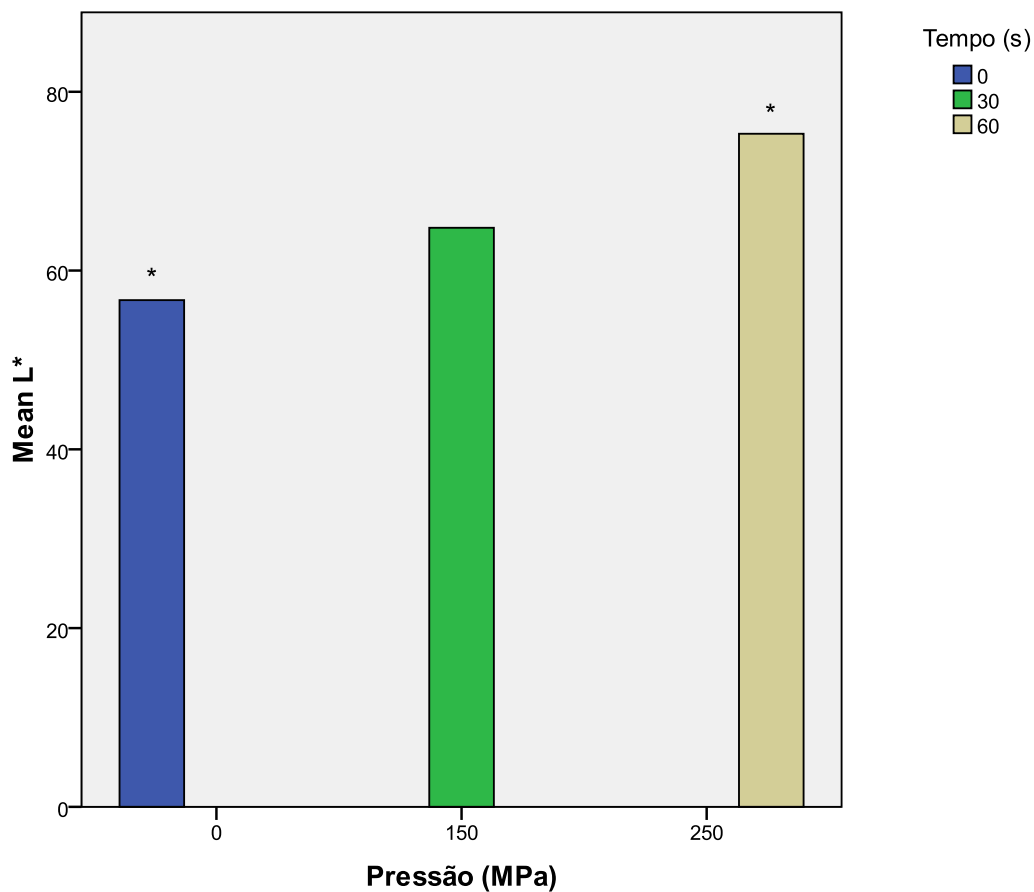
L\*

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Amostra_ rec	(J) Amostra_ _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
150-30	0-0	8,095	4,154	,230	-7,96	24,15
250-60	0-0	18,615*	4,154	,034	2,56	34,67

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



**Figura 4.3** - Cor para as amostras tratadas a -20°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.

### Análise Estatística para Textura a 4°C

#### Multiple Comparisons

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	Amostra_r ec	Amostra _rec				Lower Bound	Upper Bound
Dureza (N)	100-10	0-0	-1,01000	21,04434	1,000	-71,1085	69,0885
	100-5	0-0	-19,96000	21,04434	,842	-90,0585	50,1385
	200-10	0-0	5,41500	21,04434	1,000	-64,6835	75,5135
	200-5	0-0	-4,76500	21,04434	1,000	-74,8635	65,3335
	300-10	0-0	18,92000	21,04434	,867	-51,1785	89,0185
	300-5	0-0	45,26500	21,04434	,238	-24,8335	115,3635
Elasticidade (mm)	100-10	0-0	-4,53500	5,31386	,888	-22,2354	13,1654
	100-5	0-0	-6,56000	5,31386	,678	-24,2604	11,1404
	200-10	0-0	1,56000	5,31386	,999	-16,1404	19,2604
	200-5	0-0	-7,20500	5,31386	,605	-24,9054	10,4954
	300-10	0-0	,07000	5,31386	1,000	-17,6304	17,7704
	300-5	0-0	7,79500	5,31386	,540	-9,9054	25,4954
Mastigabilidade (g.s)	100-10	0-0	3540,61500	38707,42628	1,000	-125393,4142	132474,6442
	100-5	0-0	-16204,60000	38707,42628	,995	-145138,6292	112729,4292
	200-10	0-0	37675,63000	38707,42628	,829	-91258,3992	166609,6592
	200-5	0-0	21275,53000	38707,42628	,981	-107658,4992	150209,5592
	300-10	0-0	35970,40000	38707,42628	,852	-92963,6292	164904,4292
	300-5	0-0	1,30417E5	38707,42628	,048	1483,4258	259351,4842
Coesividade	100-10	0-0	3,04000	5,89620	,986	-16,6002	22,6802
	100-5	0-0	2,02000	5,89620	,998	-17,6202	21,6602
	200-10	0-0	7,08000	5,89620	,698	-12,5602	26,7202
	200-5	0-0	13,59500	5,89620	,194	-6,0452	33,2352
	300-10	0-0	4,84500	5,89620	,902	-14,7952	24,4852
	300-5	0-0	11,05500	5,89620	,337	-8,5852	30,6952

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

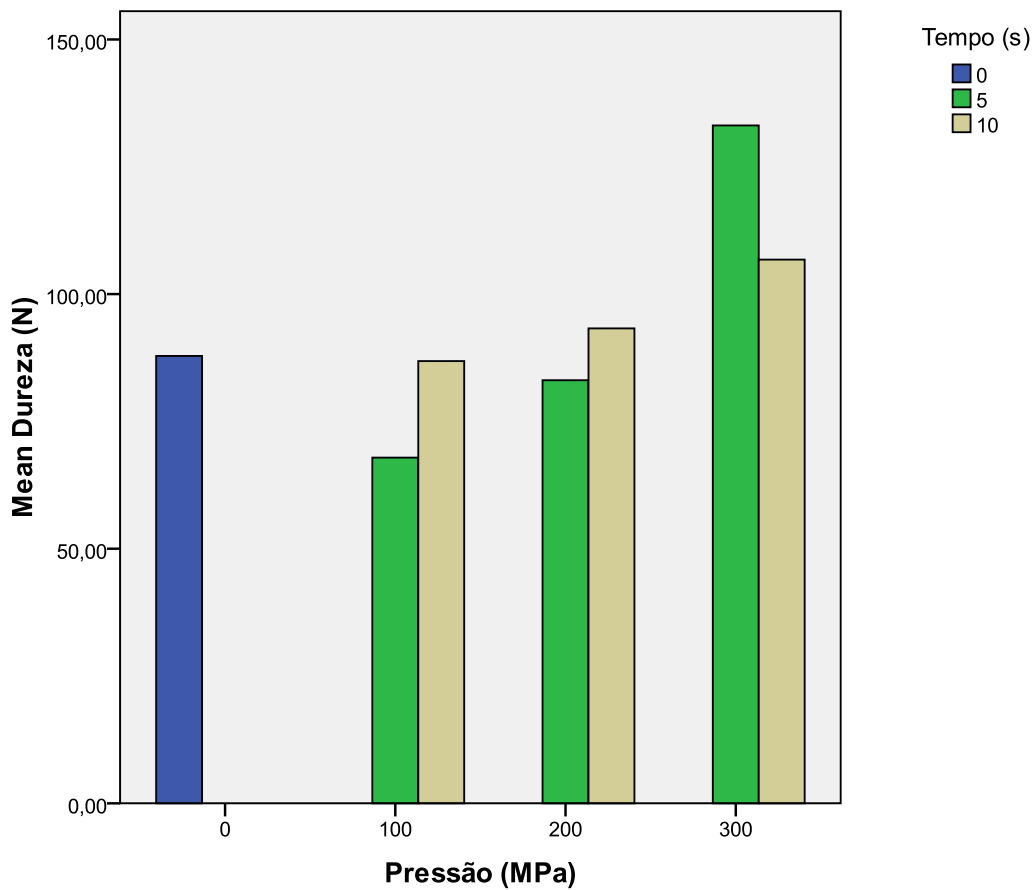
\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Não se observam diferenças estatisticamente significativas para os valores de  
 textura quando comparados com o grupo padrão.

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Dureza (N)	5,463E15	6	7	,000
Elasticidade (mm)	1,620E16	6	7	,000
Mastigabilidade (g.s)	4,172E16	6	7	,000
Coesividade	2,373E16	6	7	,000

Os dados para textura das amostras tratadas a 4°C não possuem homogeneidade de variâncias.



**Figura 4.4 – Dureza para as amostras tratadas a 4°C.**



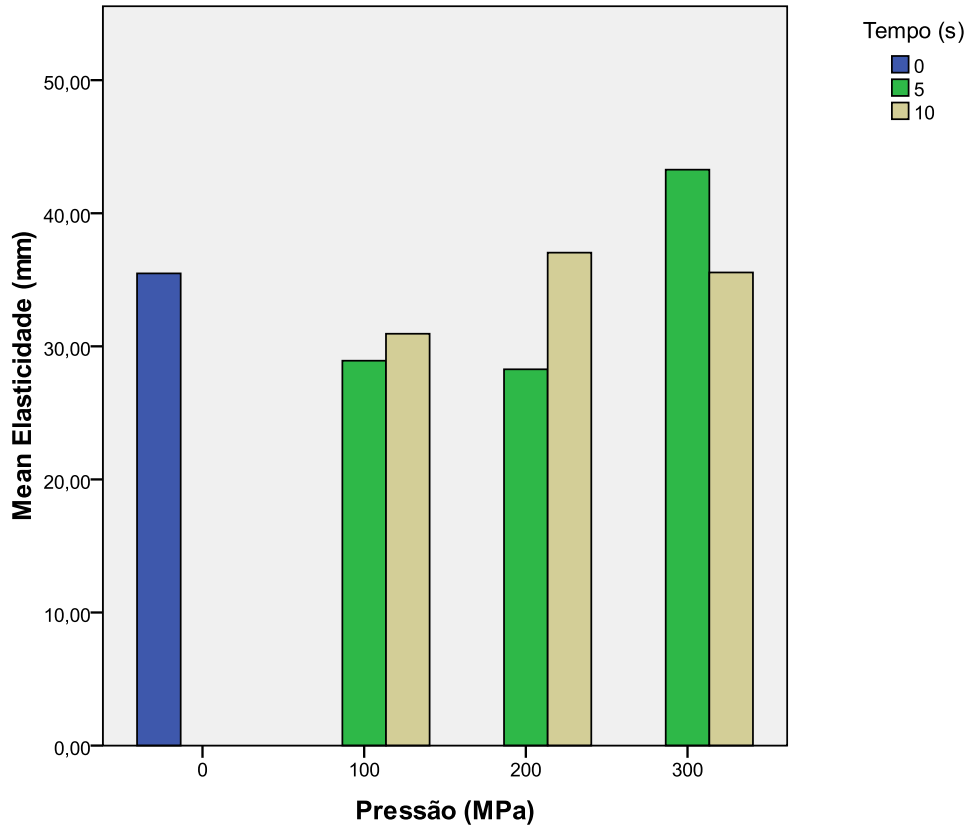


Figura 4.5 – Elasticidade para as amostras tratadas a 4°C.

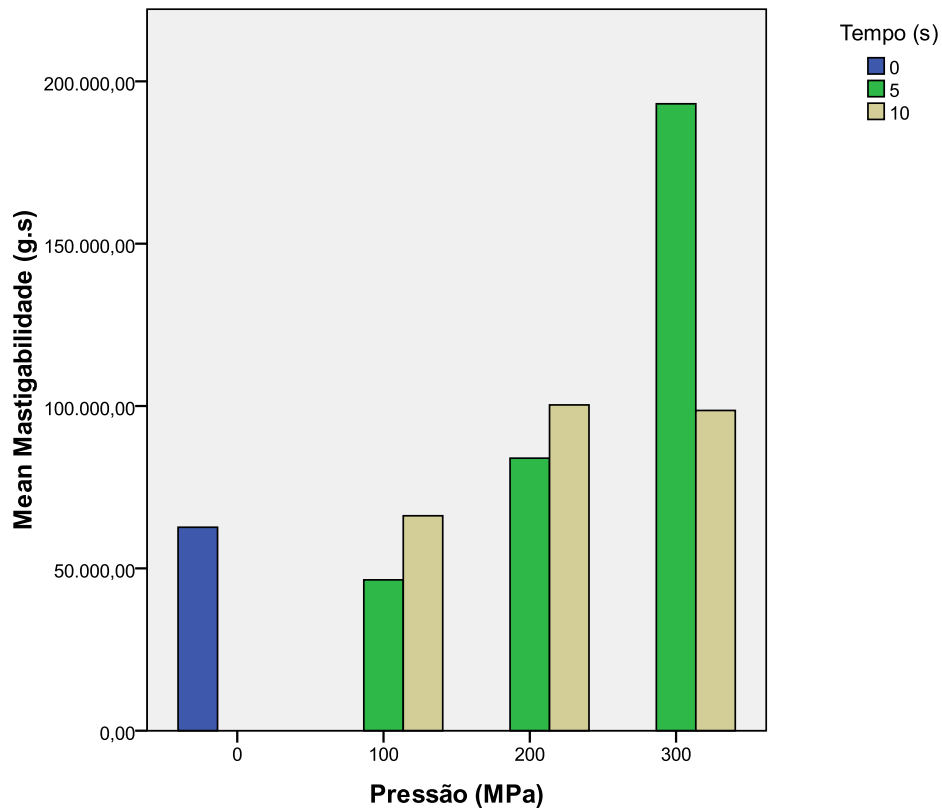


Figura 4.6 – Mastigabilidade para as amostras tratadas a 4°C.

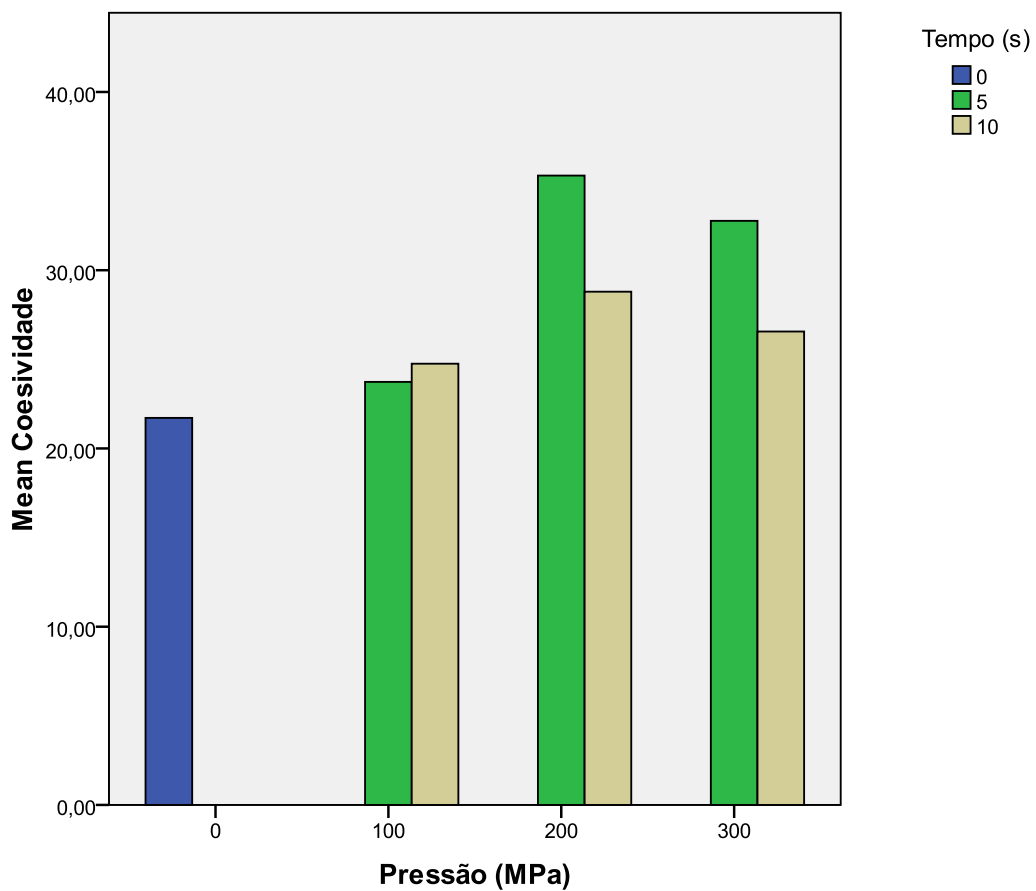


Figura 4.7 – Coesividade para as amostras tratadas a 4°C.

#### Análise Estatística para Textura a 20°C

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Dureza (N)	,999	6	14	,463
Elasticidade (mm)	1,241	6	14	,344
Mastigabilidade (g.s)	1,556	6	14	,232
Coesividade	2,270	6	14	,097

As amostras apresentam homogeneidade de variâncias.

**Multiple Comparisons**

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Dureza (N)	100-10	0-0	,06667	12,41556	1,000	-36,0930	36,2263
	100-5	0-0	-15,05333	12,41556	,684	-51,2130	21,1063
	200-10	0-0	-8,78000	12,41556	,950	-44,9396	27,3796
	200-5	0-0	-7,30333	12,41556	,978	-43,4630	28,8563
	300-10	0-0	-,36000	12,41556	1,000	-36,5196	35,7996
	300-5	0-0	19,46333	12,41556	,456	-16,6963	55,6230
Elasticidade (mm)	100-10	0-0	,08333	1,87681	1,000	-5,3828	5,5494
	100-5	0-0	-1,86333	1,87681	,822	-7,3294	3,6028
	200-10	0-0	1,72000	1,87681	,863	-3,7461	7,1861
	200-5	0-0	1,88000	1,87681	,817	-3,5861	7,3461
	300-10	0-0	-,81667	1,87681	,995	-6,2828	4,6494
	300-5	0-0	,67333	1,87681	,998	-4,7928	6,1394
Mastigabilidade (g.s)	100-10	0-0	2752,69000	9244,77102	,999	-24172,1947	29677,5747
	100-5	0-0	-5078,89000	9244,77102	,984	-32003,7747	21845,9947
	200-10	0-0	1923,00333	9244,77102	1,000	-25001,8814	28847,8880
	200-5	0-0	3099,79000	9244,77102	,999	-23825,0947	30024,6747
	300-10	0-0	10033,39333	9244,77102	,766	-16891,4914	36958,2780
	300-5	0-0	22338,45667	9244,77102	,122	-4586,4280	49263,3414
Coesividade	100-10	0-0	1,82667	5,11240	,998	-13,0629	16,7162
	100-5	0-0	7,69667	5,11240	,493	-7,1929	22,5862
	200-10	0-0	2,79667	5,11240	,984	-12,0929	17,6862
	200-5	0-0	2,18667	5,11240	,995	-12,7029	17,0762
	300-10	0-0	8,27000	5,11240	,427	-6,6196	23,1596
	300-5	0-0	4,63667	5,11240	,868	-10,2529	19,5262

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Não se verificam diferenças estatisticamente significativas para as análises feitas  
à textura para os tratamentos realizados a 20°C

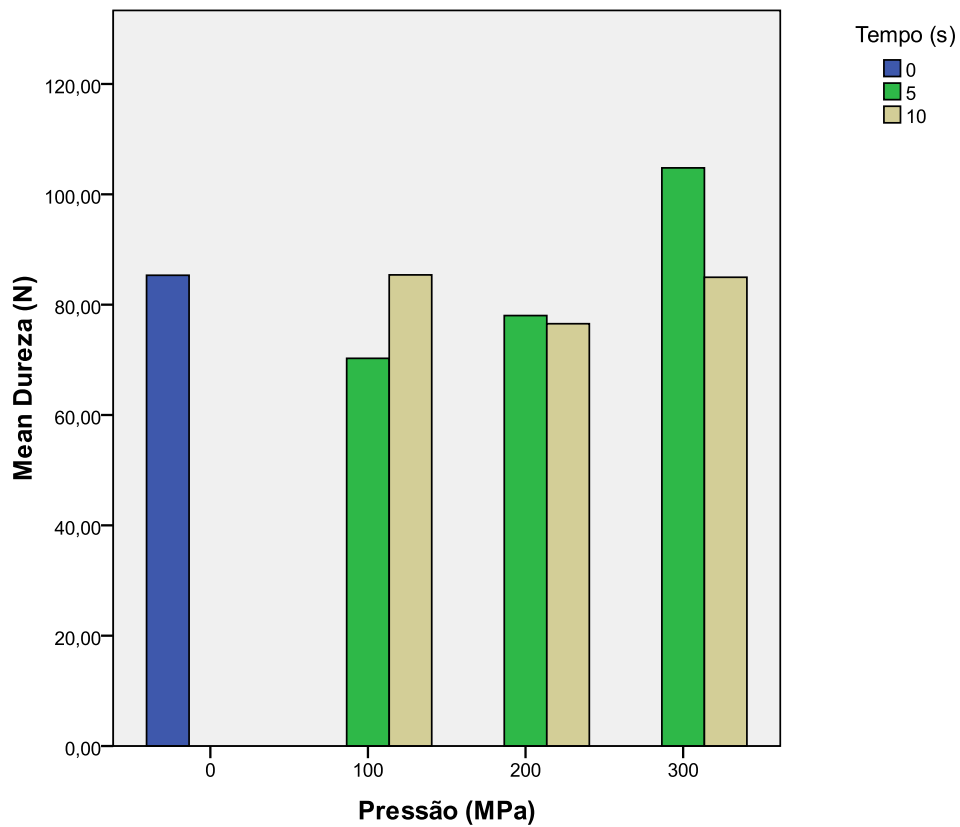


Figura 4.8 – Dureza para as amostras tratadas a 20°C.

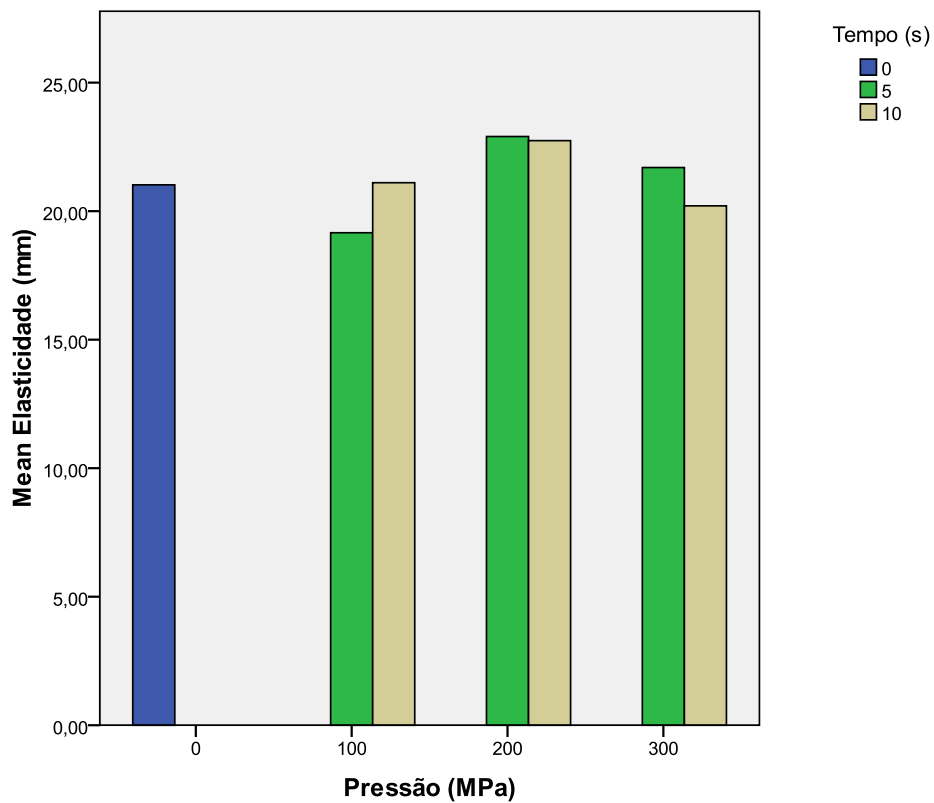


Figura 4.9 – Elasticidade para as amostras tratadas a 20°C.

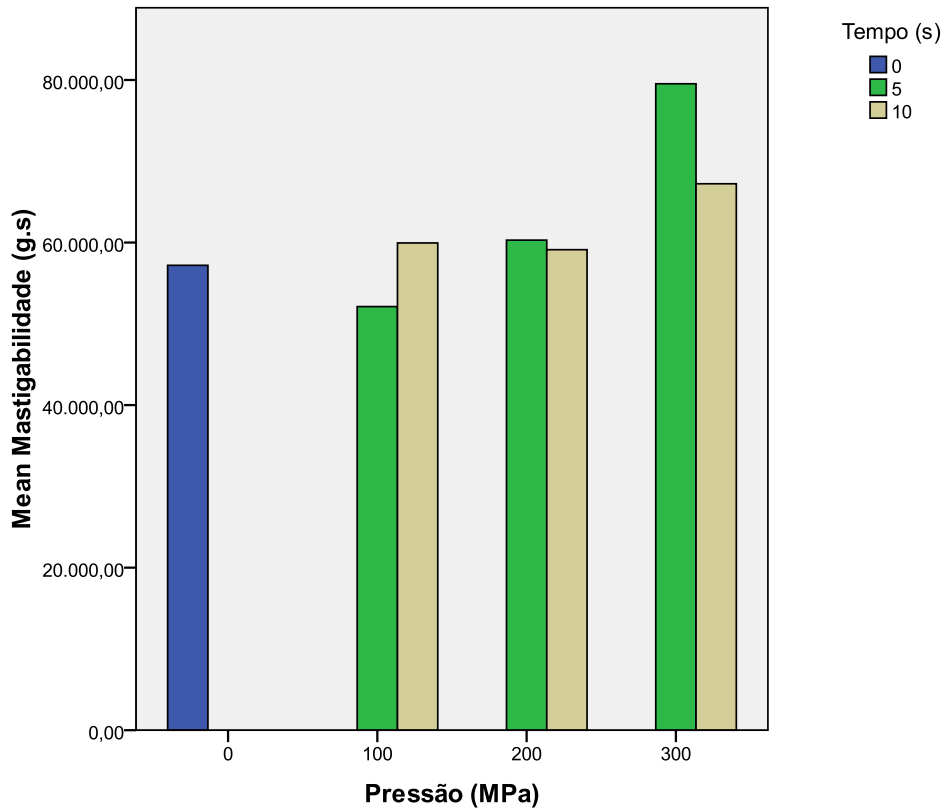


Figura 4.11 – Mastigabilidade para as amostras tratadas a 20°C.

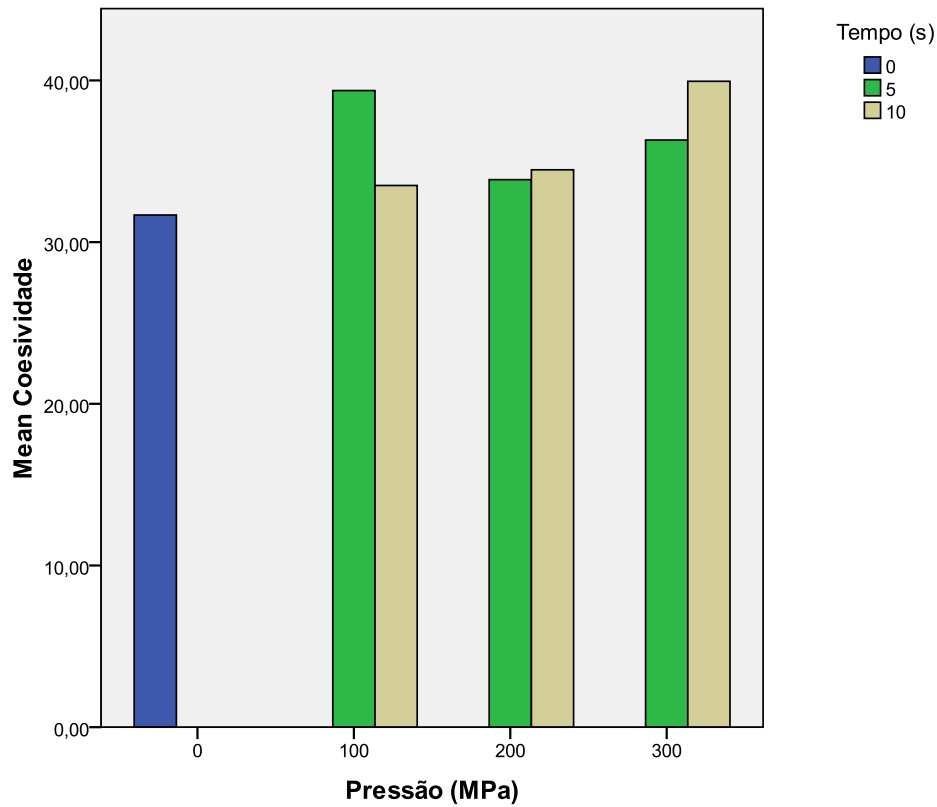


Figura 4.10 – Coesividade para as amostras tratadas a 20°C.

### Análise Estatística para Textura a -20°C

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Dureza (N)	1,977E16	2	3	,000
Elasticidade (mm)	9,394E15	2	3	,000
Mastigabilidade (g.s)	2,778E17	2	3	,000
Coesividade	.	2	.	.

Os valores para a textura a -20°C não apresentam homogeneidade de variância.

**Multiple Comparisons**

Dunnnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Dureza (N)	150-30	0-0	-16,70150	14,06990	,477	-71,1029	37,6999
	250-60	0-0	,49600	14,06990	,999	-53,9054	54,8974
Elasticidade (mm)	150-30	0-0	-,43500	6,34501	,997	-24,9680	24,0980
	250-60	0-0	-3,18450	6,34501	,843	-27,7175	21,3485
Mastigabilidade (g.s)	150-30	0-0	-2823,28250	17408,90234	,981	-70134,9614	64488,3964
	250-60	0-0	20277,54700	17408,90234	,488	-47034,1319	87589,2259
Coesividade	150-30	0-0	3,82500	10,81237	,916	-37,9811	45,6311
	250-60	0-0	10,58000	10,81237	,579	-31,2261	52,3861

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Não se observam diferenças estatisticamente significativas quando comparado o grupo de controlo com os restantes grupos analisados a -20°C.

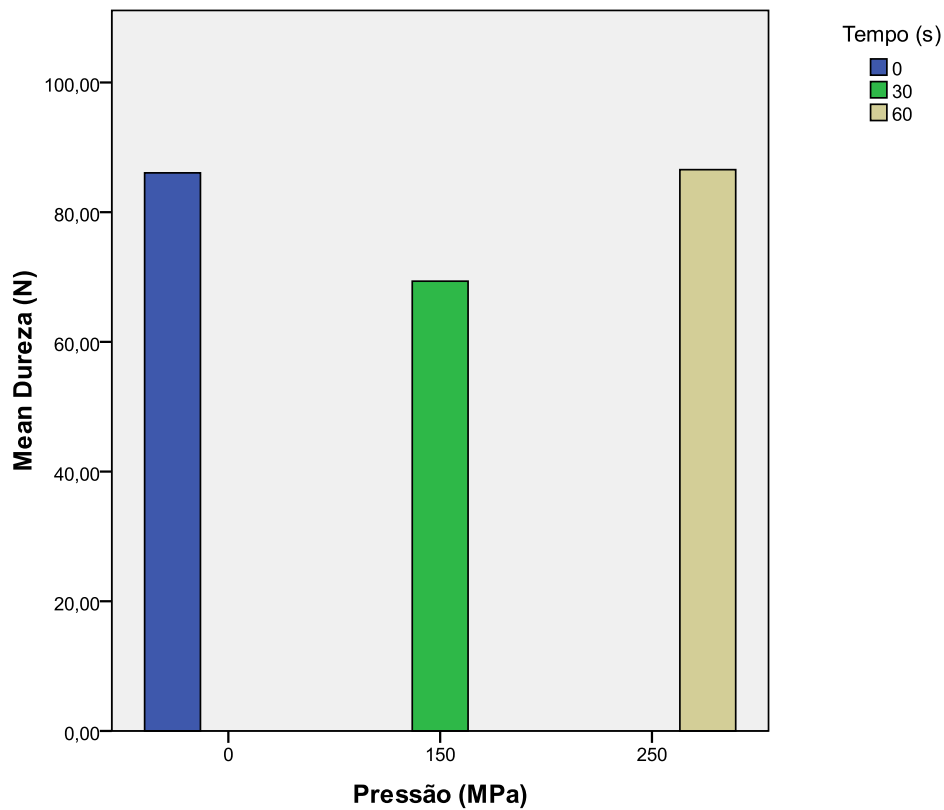


Figura 4.13 – Dureza para as amostras tratadas a -20°C.

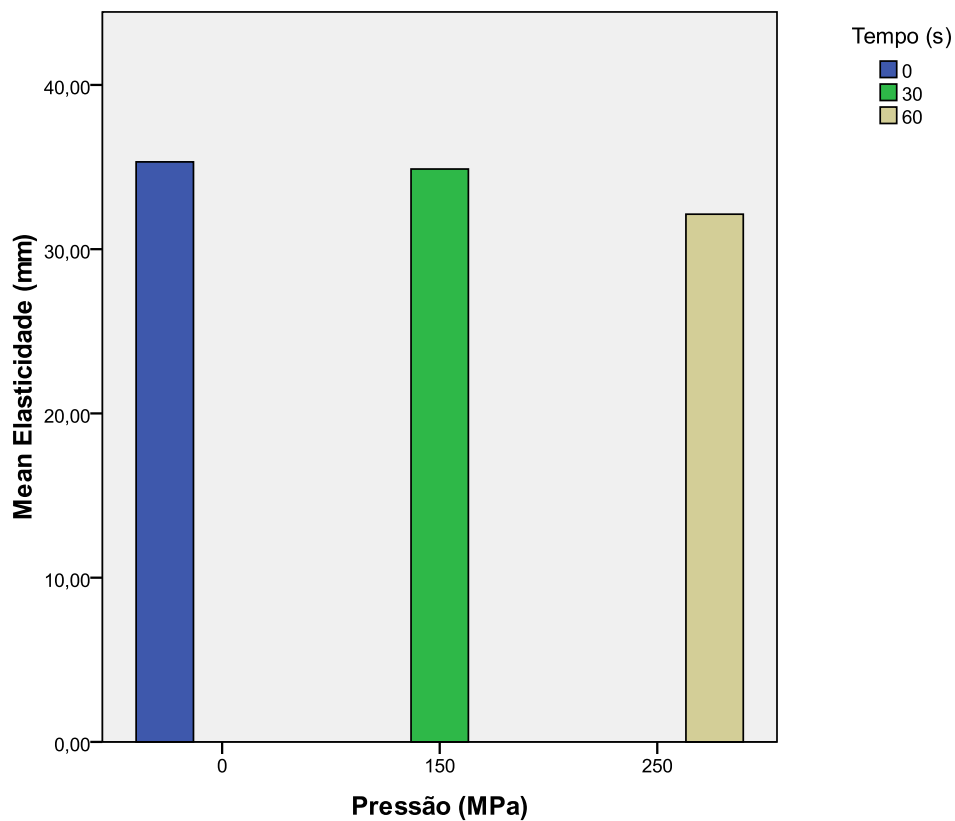
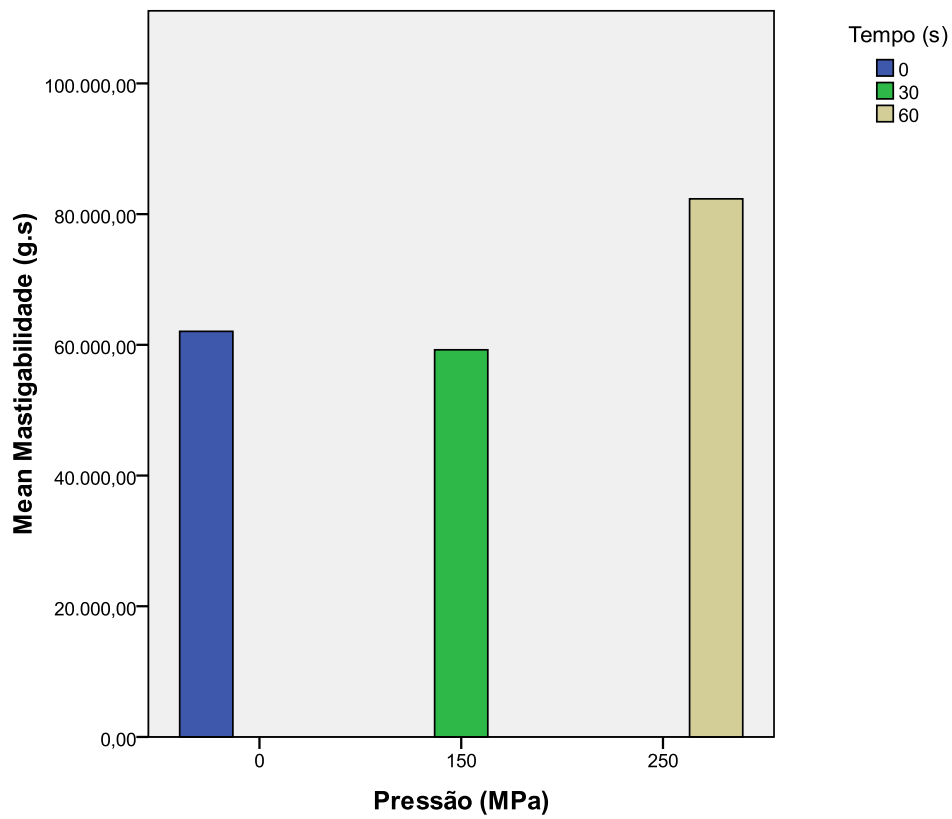
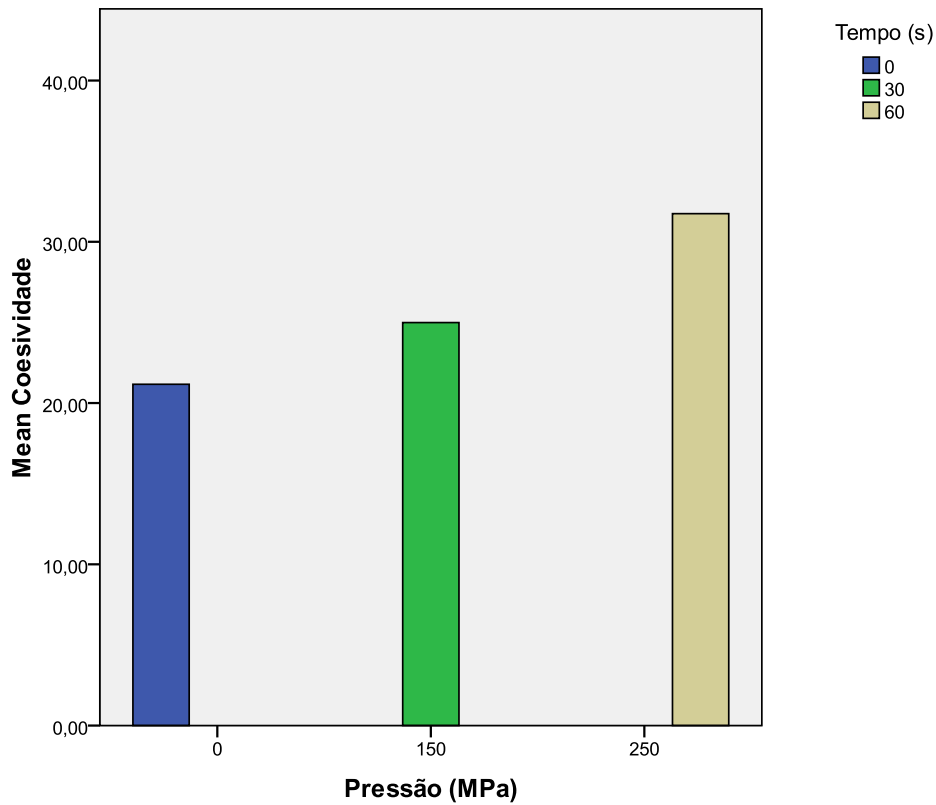


Figura 4.12 – Elasticidade para as amostras tratadas a -20°C.



**Figura 4.14** – Mastigabilidade para as amostras tratadas a -20°C.



**Figura 4.15** – Coesividade para as amostras tratadas a -20°C.

**Análise Estatística para *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* a 4°C**

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Moisture Uptake (%)	3,332	6	21	,018
Cooking yield (%)	1,018	6	21	,441

Não se observa homogeneidade de variâncias para os valores de *Moisture Uptake* no entanto devido à presença de um grupo de controlo e à realização de um teste de Dunnett, optou-se por se considerar o teste como válido.

**Multiple Comparisons**

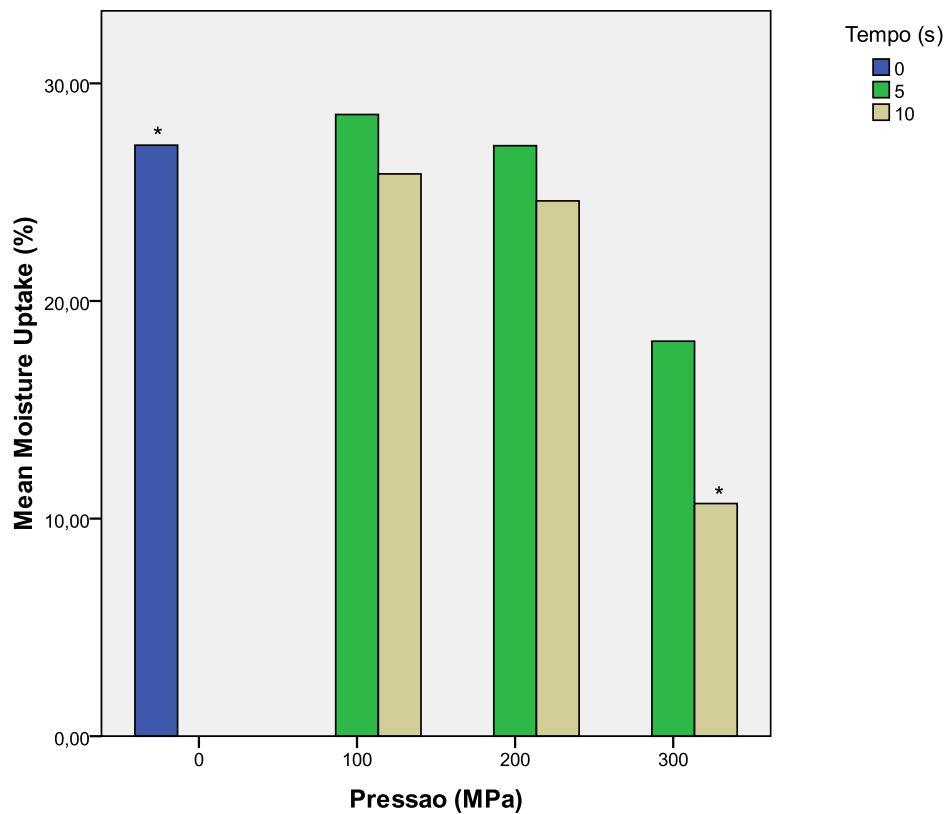
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Moisture Uptake (%)	100-10	0-0	-1,32000	3,74183	,998	-11,7587	9,1187
	100-5	0-0	1,41000	3,74183	,998	-9,0287	11,8487
	200-10	0-0	-2,56000	3,74183	,958	-12,9987	7,8787
	200-5	0-0	-,02250	3,74183	1,000	-10,4612	10,4162
	300-10	0-0	-16,46750*	3,74183	,001	-26,9062	-6,0288
	300-5	0-0	-9,00750	3,74183	,108	-19,4462	1,4312
Cooking yield (%)	100-10	0-0	6,90750	4,49761	,464	-5,6396	19,4546
	100-5	0-0	5,61250	4,49761	,657	-6,9346	18,1596
	200-10	0-0	7,16000	4,49761	,430	-5,3871	19,7071
	200-5	0-0	,91250	4,49761	1,000	-11,6346	13,4596
	300-10	0-0	1,99000	4,49761	,995	-10,5571	14,5371
	300-5	0-0	,49250	4,49761	1,000	-12,0546	13,0396

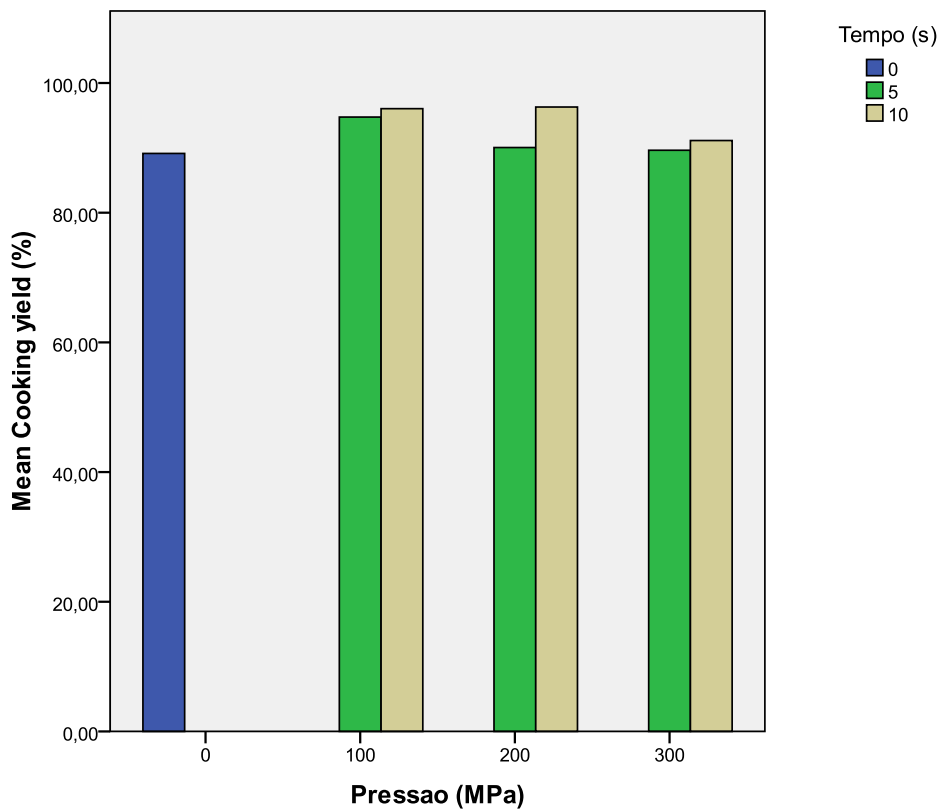
a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Verificam-se diferenças significativas no grupo 300-10 para *Moisture Uptake*.



**Figura 4.17** – *Moisture Uptake* para as amostras tratadas a 4°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.



**Figura 4.16** – *Cooking Yield* para as amostras tratadas a 4°C.

**Análise Estatística para *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* a 20°C**

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Moisture Uptake (%)	1,276	6	35	,294
Cooking yield (%)	1,246	6	35	,307

Os dados analisados são homogéneos

**Multiple Comparisons**

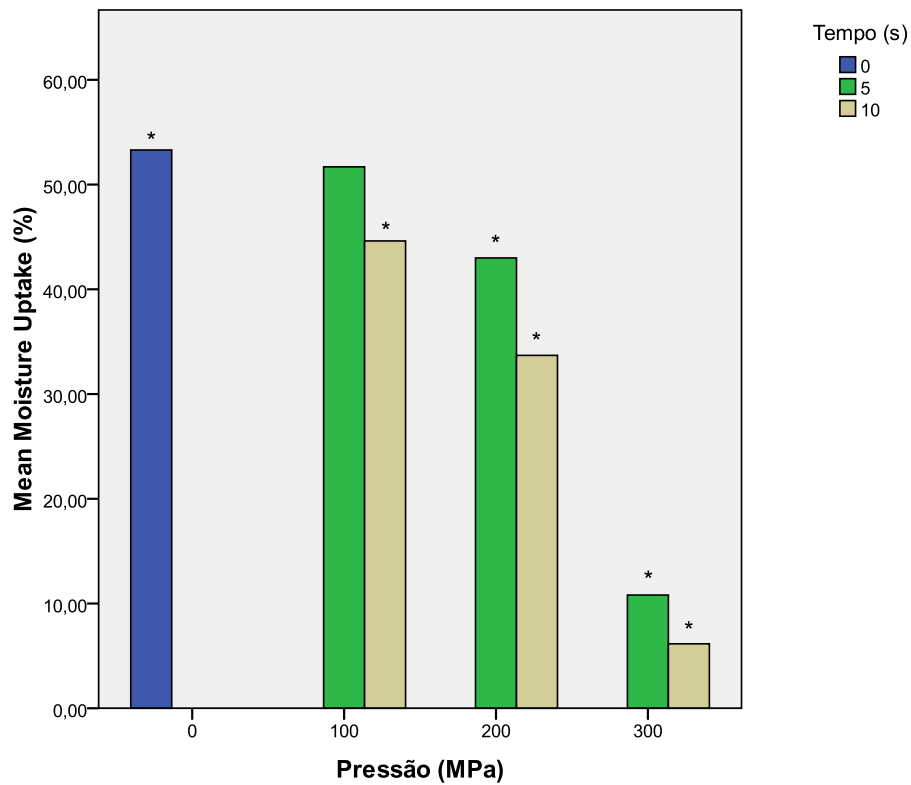
Dunnnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Moisture Uptake (%)	100-10	0-0	-8,68333	4,05784	,164	-19,6278	2,2611
	100-5	0-0	-1,60833	4,05784	,997	-12,5528	9,3361
	200-10	0-0	-19,60833*	4,05784	,000	-30,5528	-8,6639
	200-5	0-0	-10,30667	4,05784	,071	-21,2511	,6378
	300-10	0-0	-47,14500*	4,05784	,000	-58,0895	-36,2005
	300-5	0-0	-42,49167*	4,05784	,000	-53,4361	-31,5472
Cooking yield (%)	100-10	0-0	-13,82000*	2,89205	,000	-21,6202	-6,0198
	100-5	0-0	-6,59000	2,89205	,124	-14,3902	1,2102
	200-10	0-0	-17,66833*	2,89205	,000	-25,4685	-9,8681
	200-5	0-0	-14,91000*	2,89205	,000	-22,7102	-7,1098
	300-10	0-0	-33,09500*	2,89205	,000	-40,8952	-25,2948
	300-5	0-0	-26,74167*	2,89205	,000	-34,5419	-18,9415

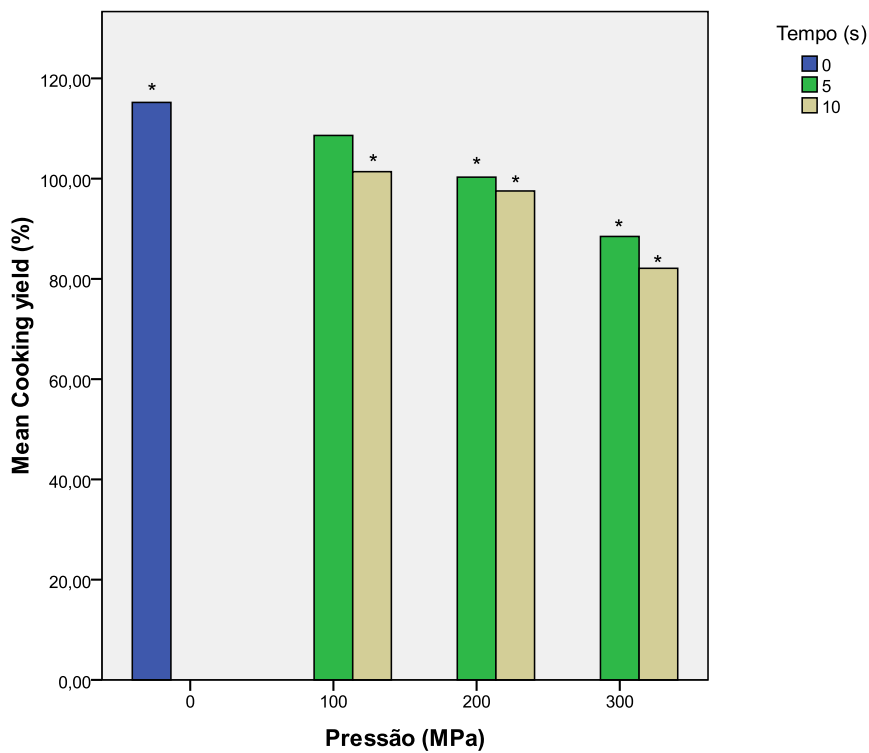
a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Verificam-se diferenças significativas nos grupos 200-10, 300-5 300-10 para *Moisture Uptake* e para os grupos 100-10, 200-5, 200-10, 300-5 e 300-10 para *Cooking Yield*.



**Figura 4.18** – *Moisture Uptake* para as amostras tratadas a 20°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.



**Figura 4.19** – *Cooking Yield* para as amostras tratadas a 20°C. \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.

**Análise Estatística para *Moisture Uptake* e *Cooking Yield* a -20°C**

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Moisture Uptake (%)	1,936	2	9	,200
Cooking yield (%)	,514	2	9	,615

Os dados analisados são homogéneos

**Multiple Comparisons**

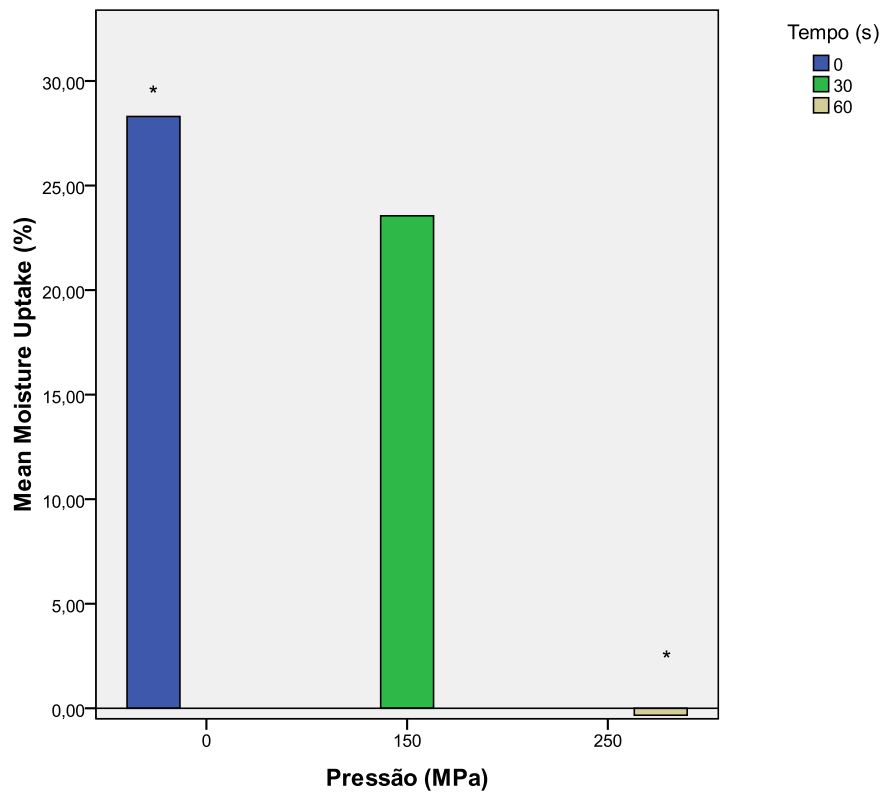
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Moisture Uptake (%)	150-30	0-0	-4,75000	3,51440	,340	-13,9365	4,4365
	250-60	0-0	-28,63500*	3,51440	,000	-37,8215	-19,4485
Cooking yield (%)	150-30	0-0	,45500	2,44720	,975	-5,9419	6,8519
	250-60	0-0	-14,78250*	2,44720	,000	-21,1794	-8,3856

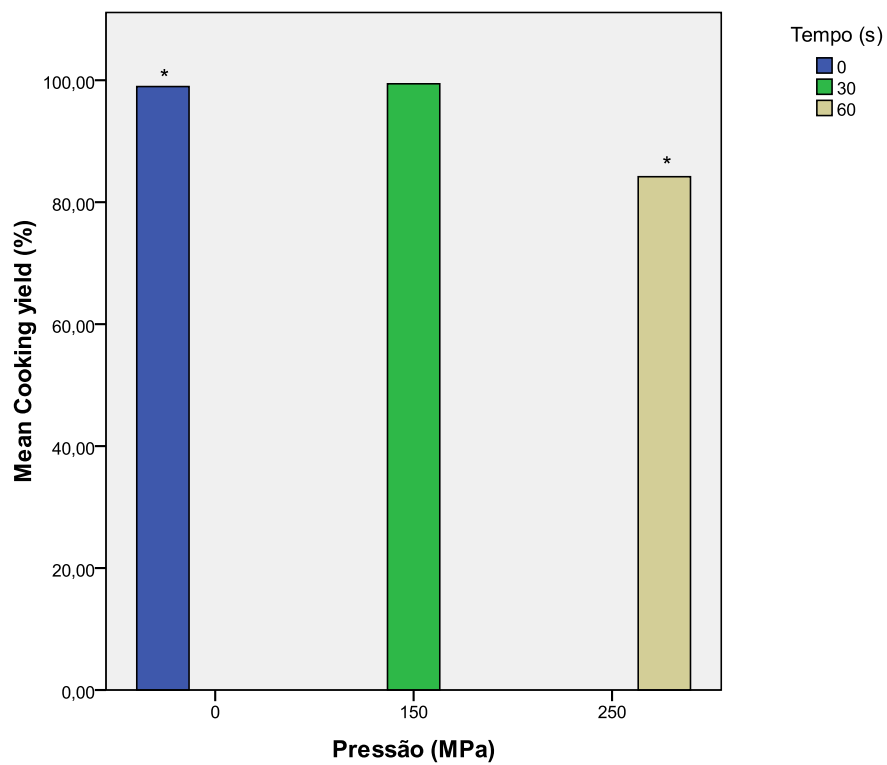
a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Verificam-se diferenças significativas no grupo 250-60, tanto para *Moisture Uptake* como para *Cooking Yield*.



**Figura 4.20** - *Moisture Uptake* para as amostras tratadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.



**Figura 4.21** - *Moisture Uptake* para as amostras tratadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . \* observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparando o grupo de controlo com os restantes grupos.

# Anexo E



Análise aos Ácidos Gordos presentes na carne de porco em fresco

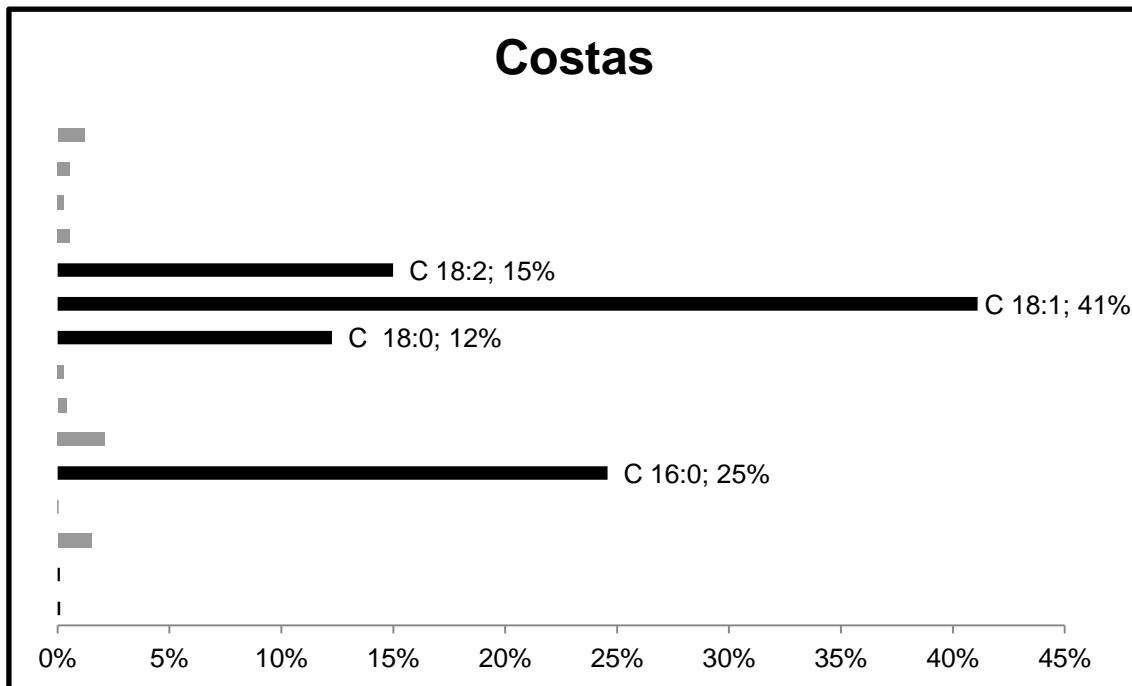


Figura 4.22 – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada a fresco.

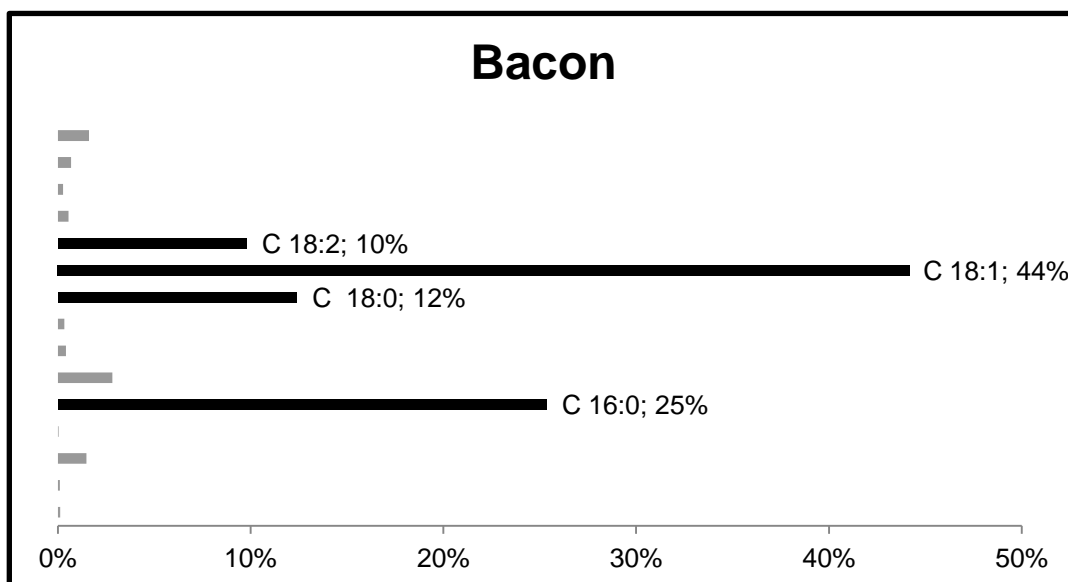
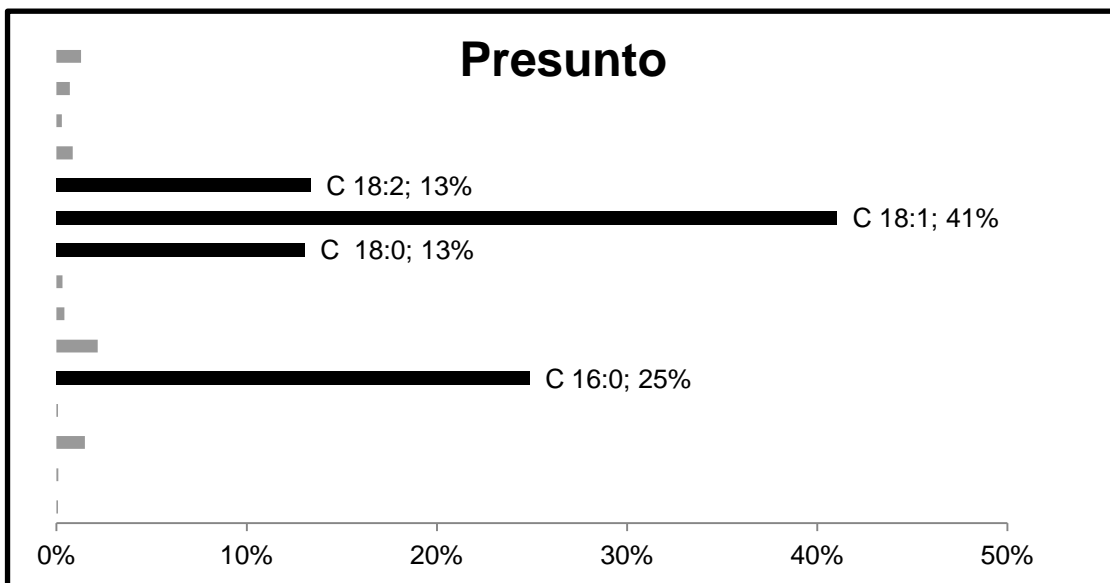
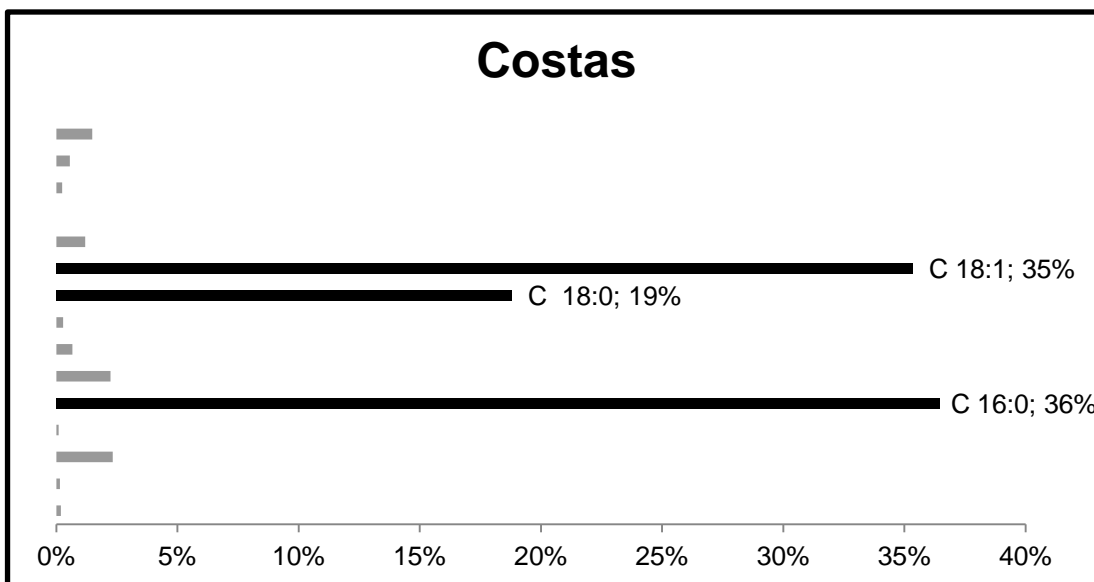


Figura 4.23 – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada a fresco.

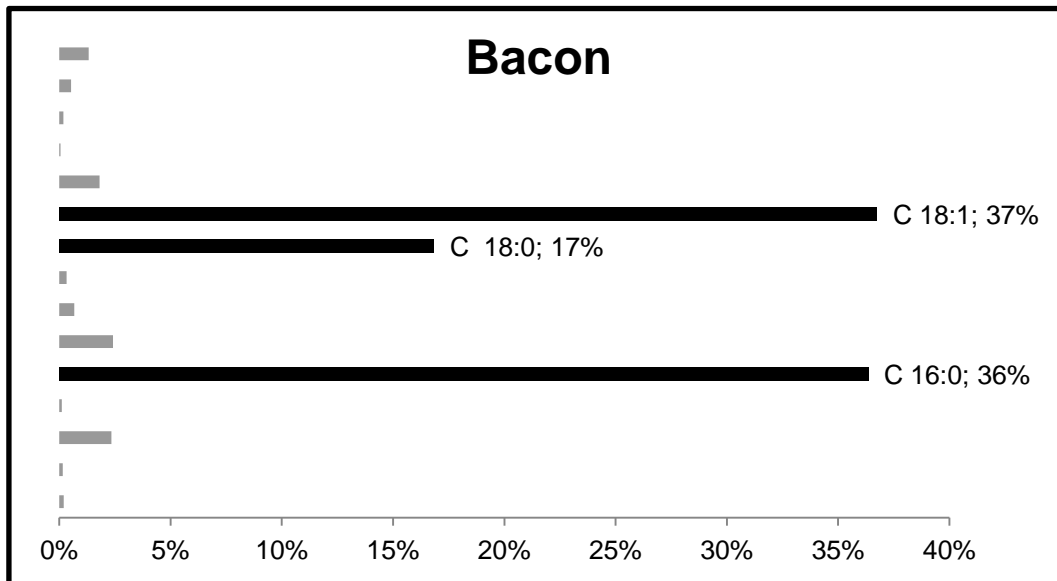


**Figura 4.24** – Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada a fresco.

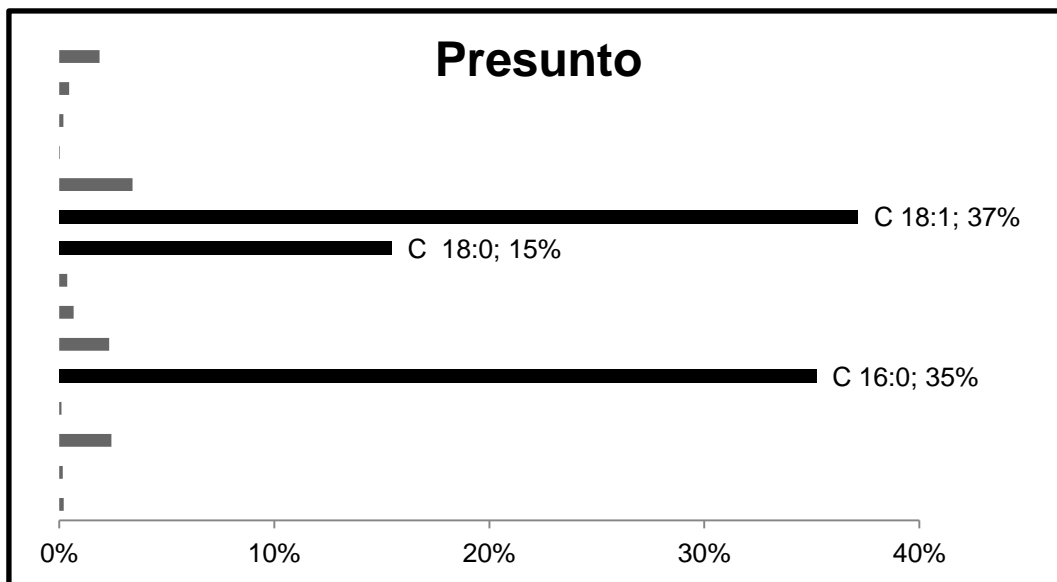
**Análise aos Ácidos Gordos presentes na carne de porco após 6 meses de  
congelamento a -18°C**



**Figura 4.25** – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 6 meses de congelamento a -18°C.

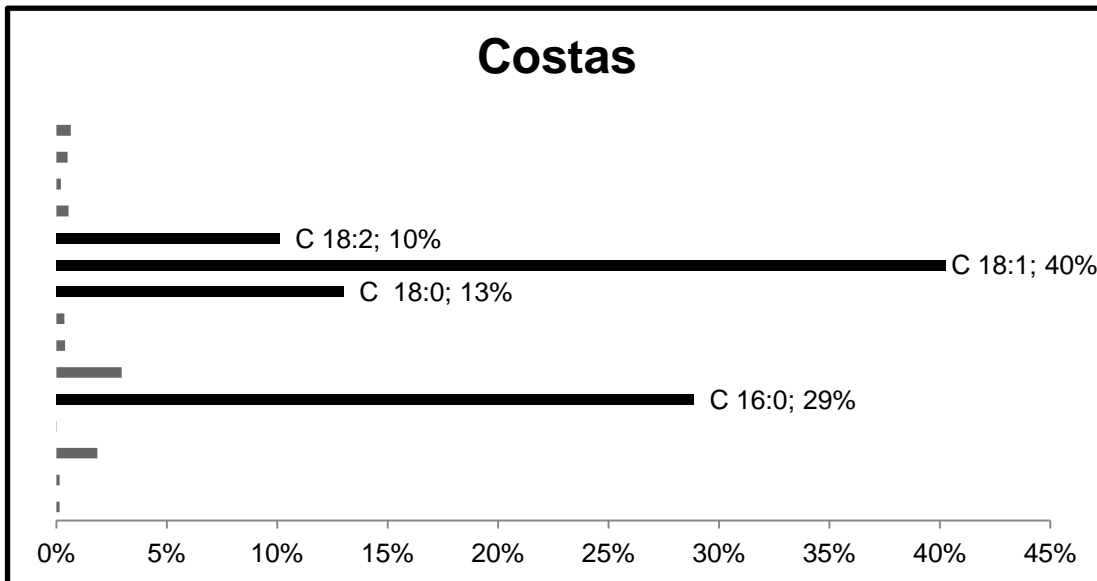


**Figura 4.26** – Ácidos Gordos da zona o Bacon de carne de porco analisada após 6 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

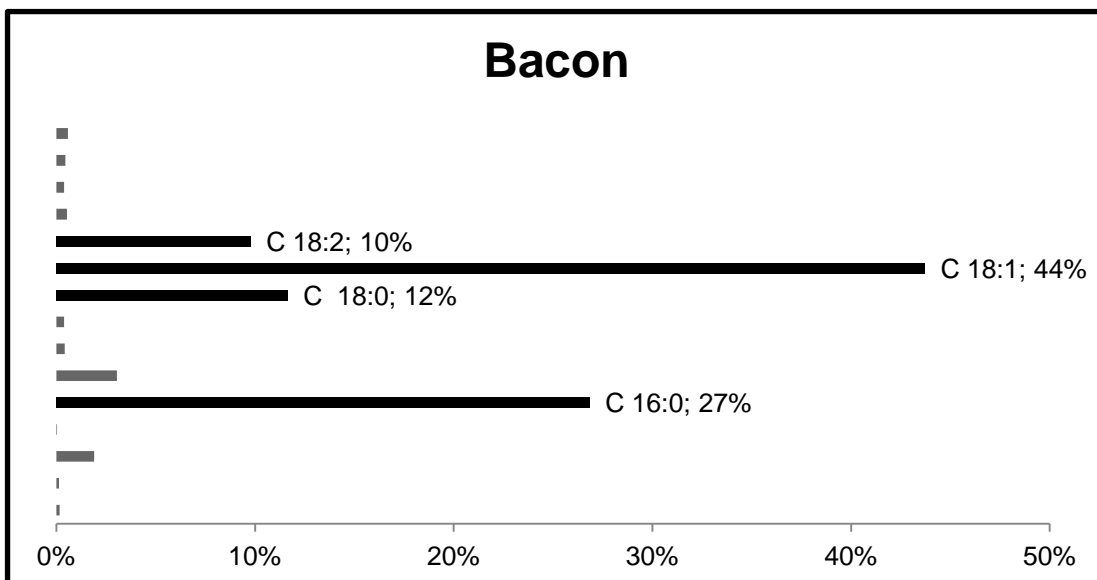


**Figura 4.27** - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 6 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

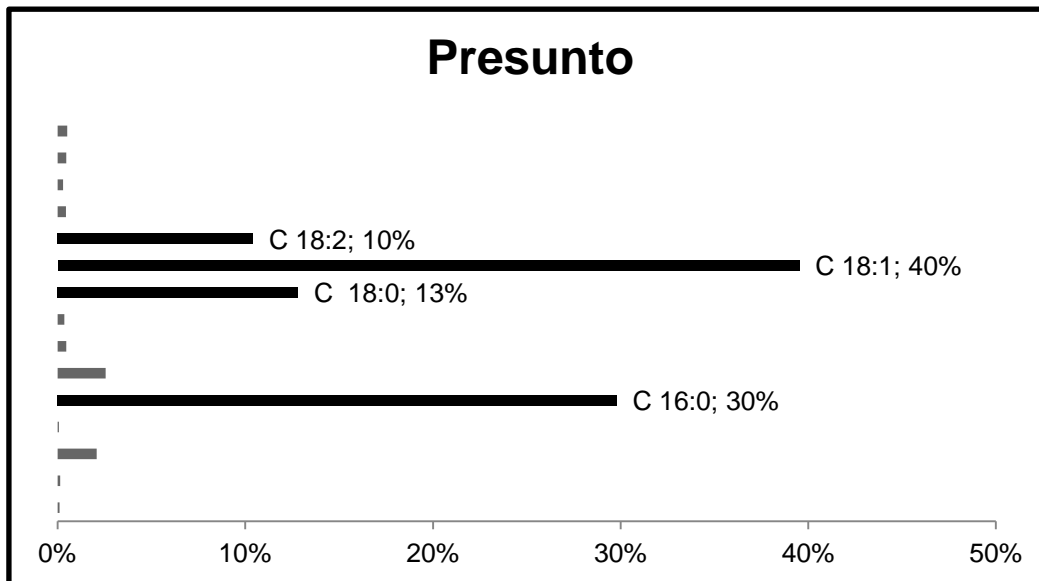
**Análise aos Ácidos Gordos presentes na carne de porco após 12 meses de  
congelamento a -18°C**



**Figura 4.28** – Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 12 meses de congelamento a -18°C.

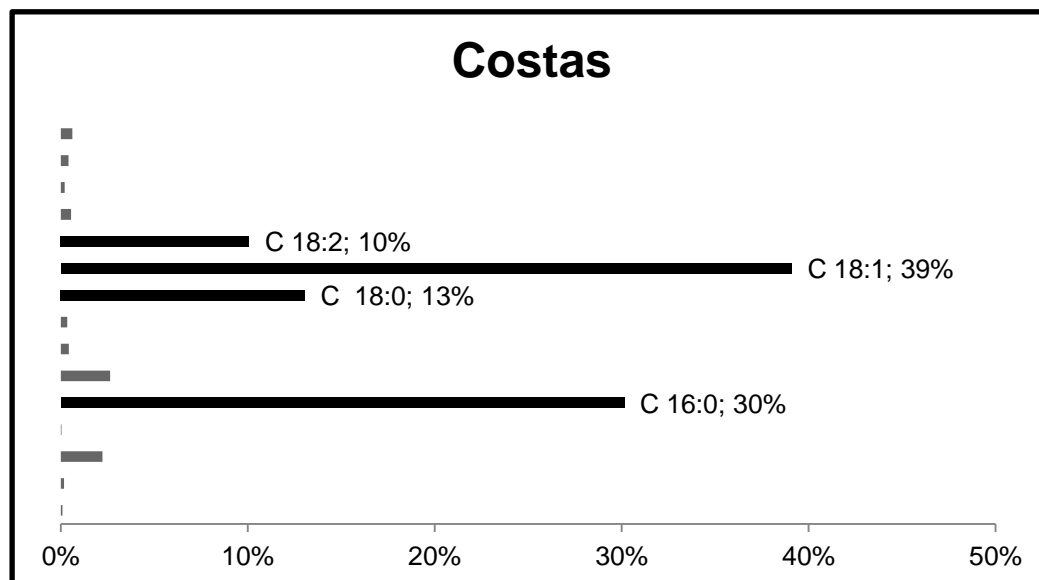


**Figura 4.29** – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada após 12 meses de congelamento a -18°C.

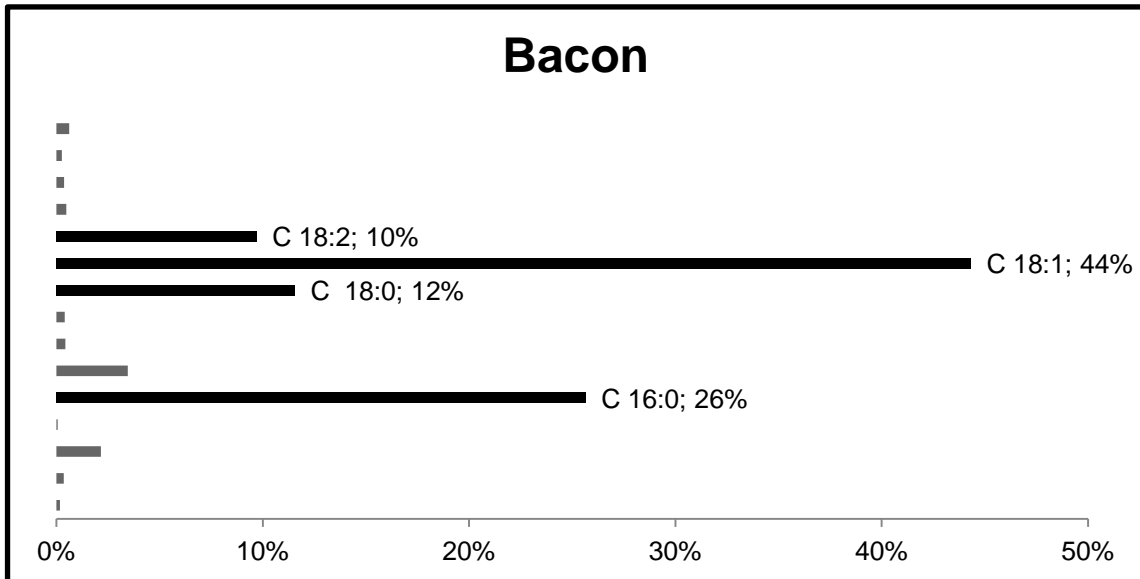


**Figura 4.30** - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 12 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

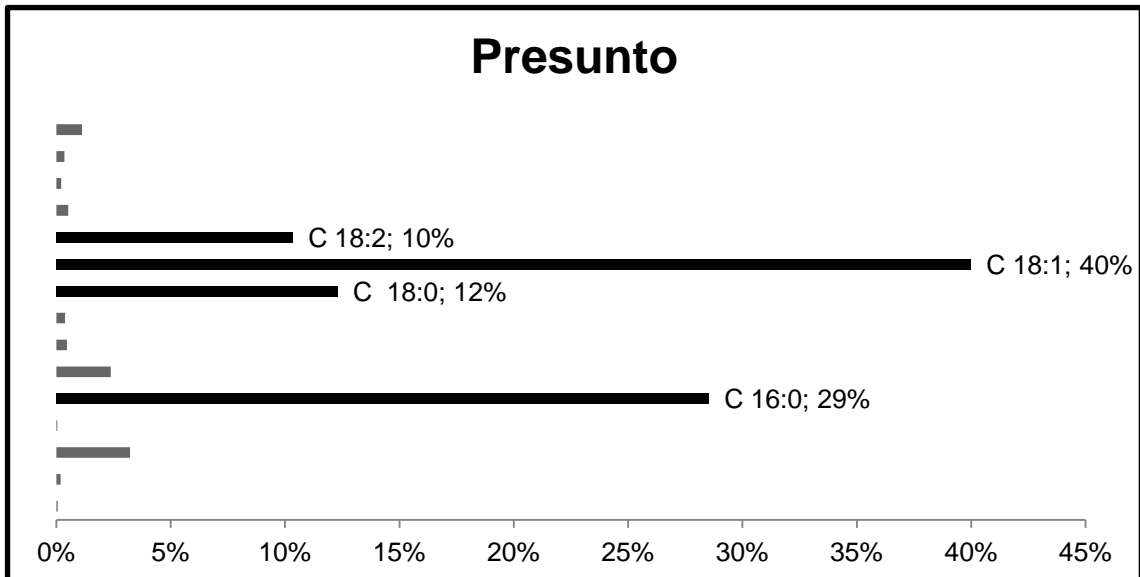
**Análise aos Ácidos Gordos presentes na carne de porco após 18 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$**



**Figura 4.31** - Ácidos Gordos da zona das Costas de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 4.33** – Ácidos Gordos da zona do Bacon de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 4.32** - Ácidos Gordos da zona do Presunto de carne de porco analisada após 18 meses de congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

# Anexo F



**Análise do índice de TBA para a zona do Presunto (But)**

**Test of Homogeneity of Variances**

mg (MDA)/Kg amostra

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10,089	5	110	,000

Não se observa homogeneidade de variâncias para os valores de TBA recolhidos ao longo do tempo para a zona do presunto. No entanto o elevado número de amostras recolhido permite a utilização do teste de Dunnett com segurança.

**Multiple Comparisons**

mg (MDA)/Kg amostra

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Tempo_ rec	(J) Tempo_ rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3	0	63,54944	56,28251	,677	-79,6132	206,7121
6	0	96,67089	54,85741	,270	-42,8668	236,2086
12	0	239,53089*	54,85741	,000	99,9932	379,0686
15	0	484,57989*	54,85741	,000	345,0422	624,1176
18	0	259,69389*	54,85741	,000	120,1562	399,2316

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre as análises realizadas ao fim de 12, 15 e 18 meses, quando comparadas com a análise inicial em fresco.

### Análise do índice de TBA para a zona do Bacon (Slanina)

#### Test of Homogeneity of Variances

mg (MDA)/Kg amostra

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10,685	5	114	,000

Não se observa homogeneidade de variâncias para os valores de TBA recolhidos ao longo do tempo para a zona do Bacon. No entanto o elevado número de amostras recolhido permite a utilização do teste de Dunnett com segurança.

#### Multiple Comparisons

mg (MDA)/Kg amostra

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3	0	-10,31800	57,84175	1,000	-157,7259	137,0899
6	0	-13,92350	57,84175	,999	-161,3314	133,4844
12	0	894,28550*	57,84175	,000	746,8776	1041,6934
15	0	750,39050*	57,84175	,000	602,9826	897,7984
18	0	654,81050*	57,84175	,000	507,4026	802,2184

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre as análises realizadas ao fim de 12, 15 e 18 meses, quando comparadas com a análise inicial em fresco.

**Análise do índice de TBA para a zona das Costas (Kare)**

**Test of Homogeneity of Variances**

mg (MDA)/Kg amostra

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,474	5	114	,000

Não se observa homogeneidade de variâncias para os valores de TBA recolhidos ao longo do tempo para a zona das costas. No entanto o elevado número de amostras recolhido permite a utilização do teste de Dunnett com segurança.

**Multiple Comparisons**

mg (MDA)/Kg amostra

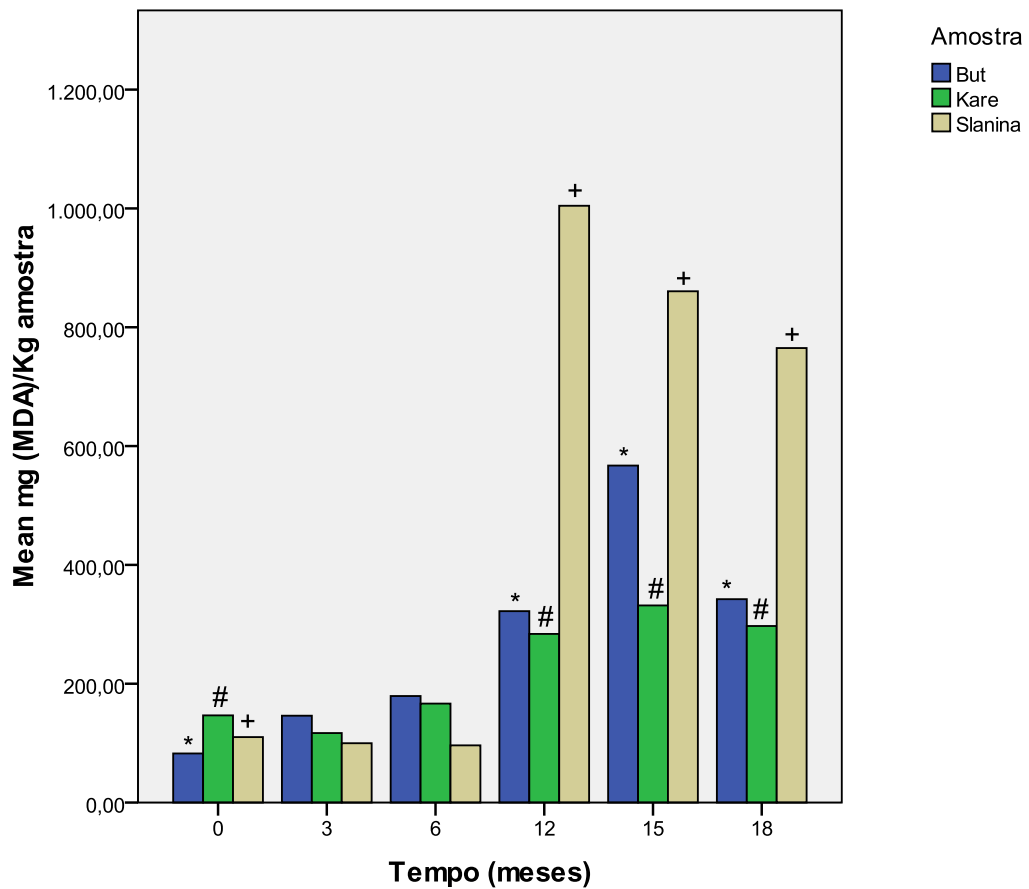
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Tempo_ rec	(J) Tempo_ rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3	0	-29,74550	43,11233	,936	-139,6159	80,1249
6	0	19,84750	43,11233	,988	-90,0229	129,7179
12	0	137,09400*	43,11233	,009	27,2236	246,9644
15	0	185,04900*	43,11233	,000	75,1786	294,9194
18	0	150,42500*	43,11233	,003	40,5546	260,2954

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre as análises realizadas ao fim de 12, 15 e 18 meses, quando comparadas com a análise inicial em fresco.



**Figura 4.34** – Índice de TBA para o Presunto (But), Costas (Kare) e Bacon (Slanina) de carne de porco em congelação a  $-18^{\circ}\text{C}$ , ao longo do tempo. \*#+ observam-se diferenças estatisticamente significativas quando comparados os diferentes grupos com o grupo inicial, analisado em fresco.

# Anexo G



**Análise da Capacidade de Formação de Espuma (FC) e da percentagem de Drenagem em clara de ovo**

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FC (%)	1,440E16	6	7	,000
Drenagem (%)	1,000E16	6	7	,000

Não se observa homogeneidade de variâncias para a Capacidade de Formação de Espuma (FC) e Drenagem.

**Multiple Comparisons**

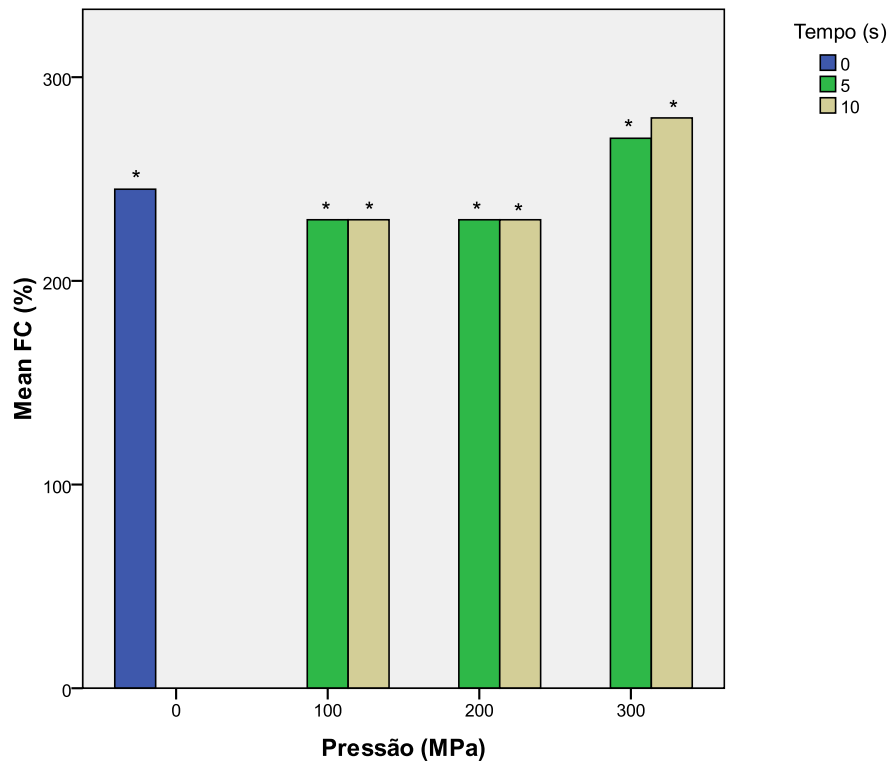
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

Dependent Variable	(I) Amostra_r ec	(J) Amostra_rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
FC (%)	100-10	0-0	-15,000*	2,673	,003	-23,90	-6,10
	100-5	0-0	-15,000*	2,673	,003	-23,90	-6,10
	200-10	0-0	-15,000*	2,673	,003	-23,90	-6,10
	200-5	0-0	-15,000*	2,673	,003	-23,90	-6,10
	300-10	0-0	35,000*	2,673	,000	26,10	43,90
	300-5	0-0	25,000*	2,673	,000	16,10	33,90
Drenagem (%)	100-10	0-0	6,2500*	1,2177	,006	2,194	10,306
	100-5	0-0	6,6500*	1,2177	,004	2,594	10,706
	200-10	0-0	7,3500*	1,2177	,002	3,294	11,406
	200-5	0-0	7,1000*	1,2177	,003	3,044	11,156
	300-10	0-0	-2,2000	1,2177	,366	-6,256	1,856
	300-5	0-0	,7000	1,2177	,977	-3,356	4,756

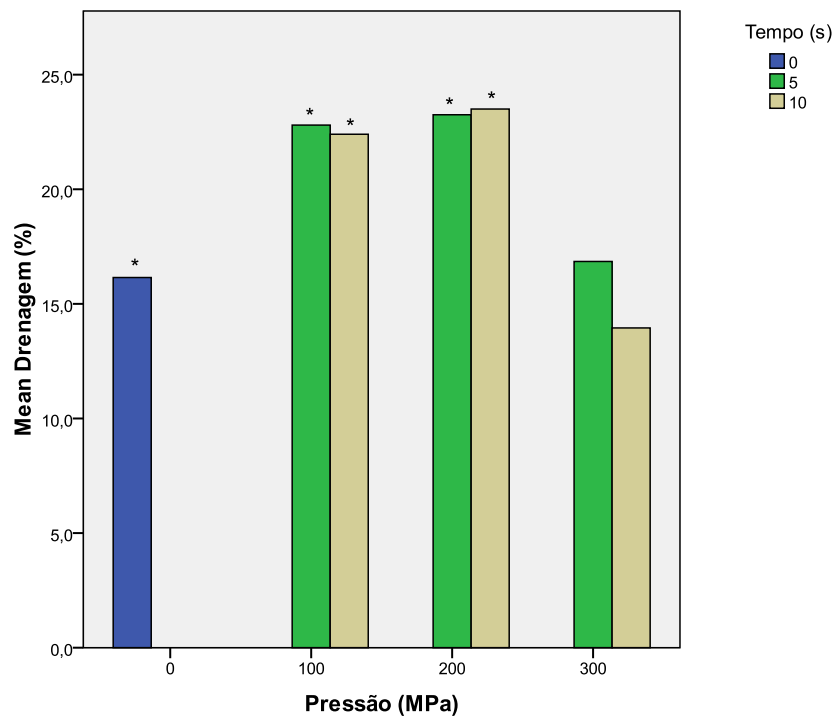
a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

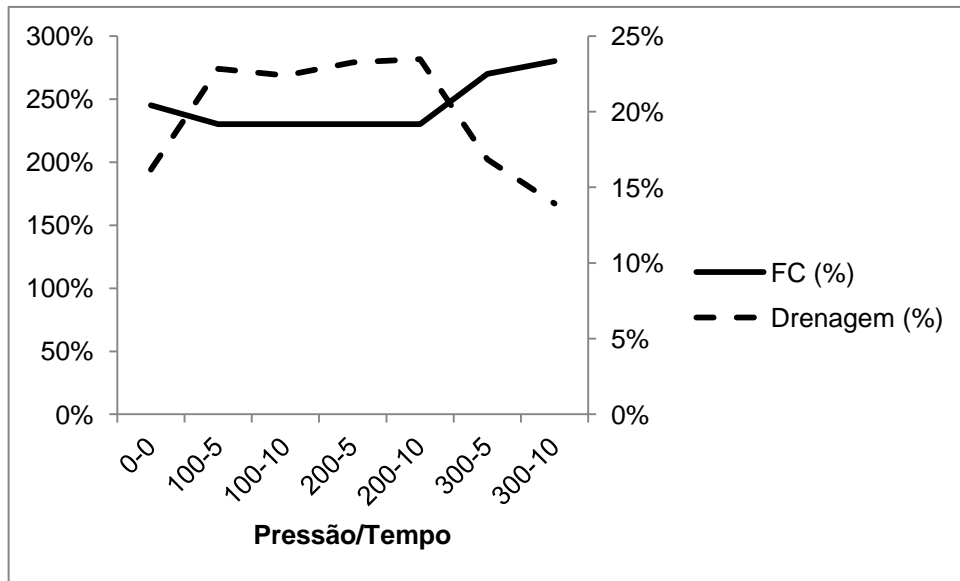
Observam-se diferenças estatisticamente significativas para FC em todas as amostras quando comparadas com o grupo padrão. Para a Drenagem observam-se diferenças estatisticamente significativas nos grupos tratados a 100 MPa e 200 MPa.



**Figura 4.36** – Capacidade de Formação de Espuma (FC) para a clara de ovo. \*observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos quando comparados com o grupo controlo.



**Figura 4.35** – Drenagem para a clara de ovo. \*observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos quando comparados com o grupo controlo.



**Figura 4.37** – Análise conjunta da CFE e da Drenagem.

### Análise do Teor Proteico em clara de ovo

#### Test of Homogeneity of Variances

Teor Proteico (mg/ml)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
9,932E15	6	7	,000

Não se verifica homogeneidade de variâncias para o Teor Proteico.

**Multiple Comparisons**

Teor Proteico (mg/ml)

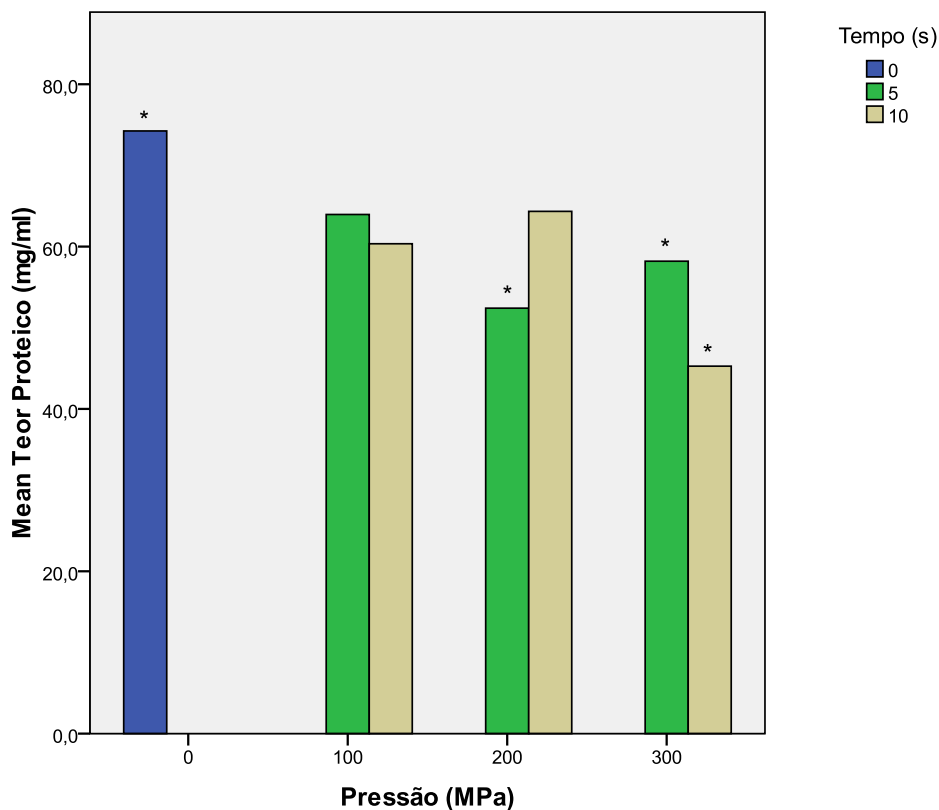
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) Amostra_ rec	(J) Amostra_ _rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
100-10	0-0	-13,8950	5,3454	,132	-31,701	3,911
100-5	0-0	-10,2900	5,3454	,317	-28,096	7,516
200-10	0-0	-9,9050	5,3454	,346	-27,711	7,901
200-5	0-0	-21,8300*	5,3454	,019	-39,636	-4,024
300-10	0-0	-28,9750*	5,3454	,004	-46,781	-11,169
300-5	0-0	-16,0450	5,3454	,077	-33,851	1,761

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas para as amostras tratadas a 200 MPa durante 5 minutos e para as amostras tratadas a 300 MPa de pressão.



**Figura 4.38** – Teor Proteico para a clara de ovo. \*observam-se diferenças estatisticamente significativas para os diferentes grupos, quando comparados com o grupo padrão.

# Anexo H



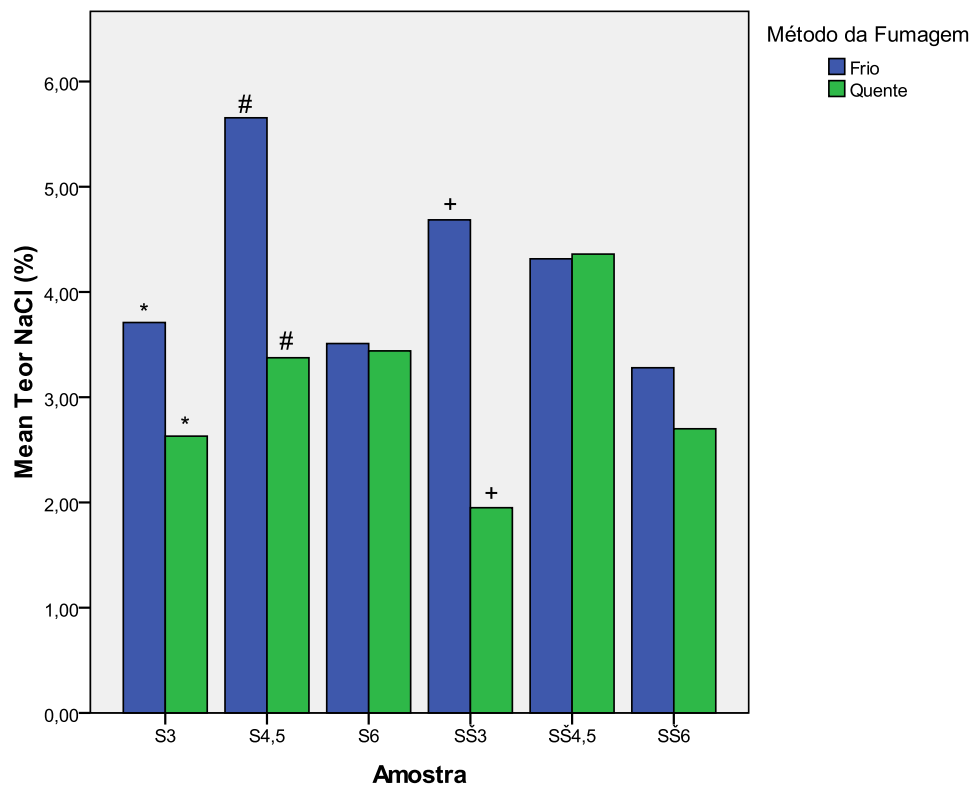
**Análise do Teor de NaCl e Teor de Humidade em Truta fumada**

**Multiple Comparisons**

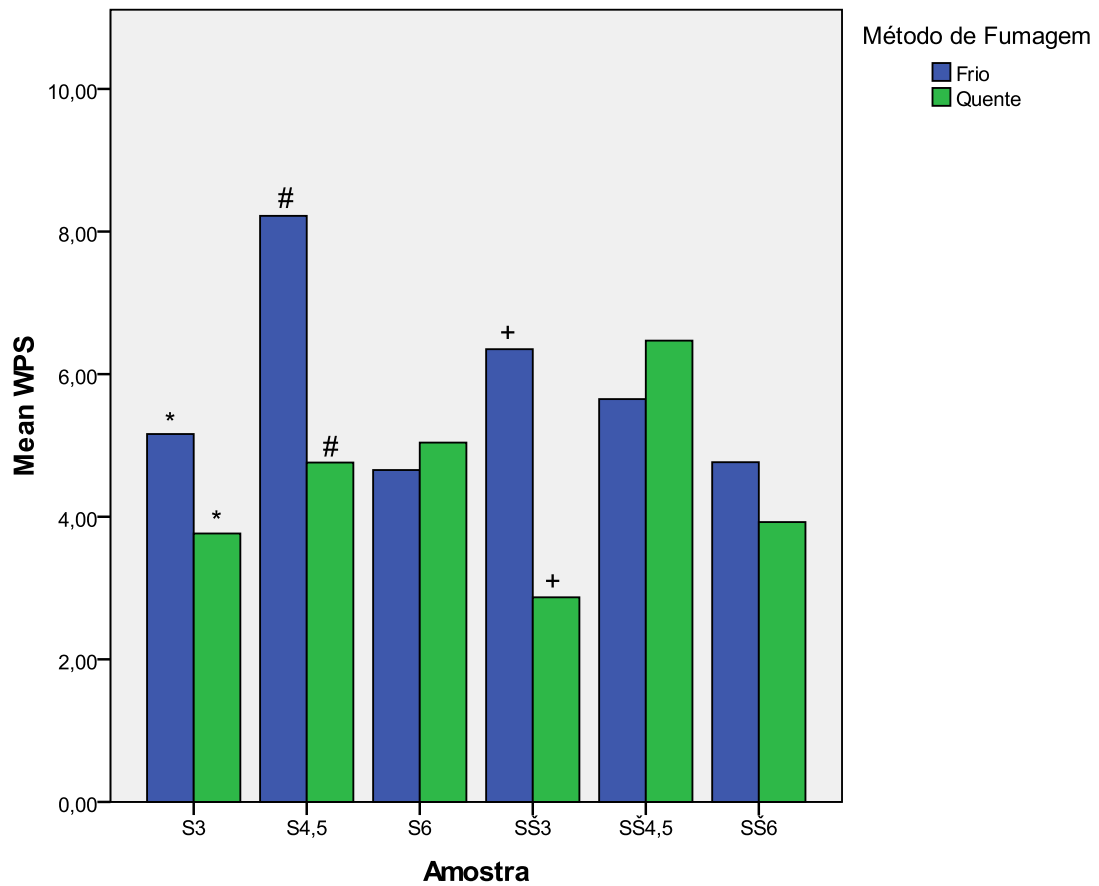
Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Amostra_rec	(J) Amostra_rec	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TeorNaCl	F-S3	Q-S3	1,08000	,19092	,004	,3220	1,8380
	F-SŠ3	Q-SŠ3	2,73500*	,19092	,000	1,9770	3,4930
	F-S4,5	Q-S4,5	2,28000*	,19092	,000	1,5220	3,0380
	F-SŠ4,5	Q-SŠ4,5	-,04500	,19092	1,000	-,8030	,7130
	F-S6	Q-S6	,07000	,19092	1,000	-,6880	,8280
	F-SŠ6	Q-SŠ6	,58000	,19092	,206	-,1780	1,3380
WPS	F-S3	Q-S3	1,39500	,27435	,009	,3058	2,4842
	F-SŠ3	Q-SŠ3	3,48000*	,27435	,000	2,3908	4,5692
	F-S4,5	Q-S4,5	3,46000*	,27435	,000	2,3708	4,5492
	F-SŠ4,5	Q-SŠ4,5	-,82000	,27435	,221	-1,9092	,2692
	F-S6	Q-S6	-,38500	,27435	,942	-1,4742	,7042
	F-SŠ6	Q-SŠ6	,84000	,27435	,199	-,2492	1,9292

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



**Figura 4.39** – Teor de NaCl para Truta Arco-íris fumada a frio e a quente. \*#+observam-se diferenças estatisticamente significativas para os respetivos grupos.



**Figura 4.40** - Teor de WPS para Truta Arco-íris fumada a frio e a quente. \*#+observam-se diferenças estatisticamente significativas para os respetivos grupos.