



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Cornélia da Natividade Alberto

VALORIZAÇÃO DE PRODUTOS DE PESCA  
Produção de filetes e paté de carapau fumado

Nome do Curso de Mestrado

Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efectuado sob a orientação da

Professora Doutora Alberta Araújo

e Co-orientação do

Professor Doutor Manuel Rui Fernandes Azevedo Alves

Julho de 2014





INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Cornélia da Natividade Alberto

VALORIZAÇÃO DE PRODUTOS DE PESCA  
Produção de filetes e paté de carapau fumado

Nome do Curso de Mestrado

Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Júri

Presidente

Professora Rita Isabel Couto Pinheiro

Vogais

Professora Doutora Joana Soares Amaral

Professora Doutora Maria Alberta Fonseca Araújo

Professor Doutor Manuel Rui Fernandes Azevedo Alves

Julho de 2014



## *Dedicatória*

*Aos meus Pais, aos meus irmãos, ao Edó pelo amor incondicional, exemplo de coragem, sinceridade, pelo esforço dedicado à minha formação e por entenderem a minha ausência durante estes anos. Sem vocês nada disso seria possível.*

*A minha orientadora Mária Alberta Araújo, pela dedicação, paciência e compreensão durante a realização deste trabalho.*

*Cornélia Alberto*



## **Agradecimentos**

À Faculdade de Engenharia da Universidade católica de Moçambique, pela oportunidade que me foi concedida em realizar este trabalho.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Alberta Araújo e Professor Doutor Manuel Rui Azevedo Alves, pela oportunidade e apoio científico no desenvolvimento este projeto.

À Doutora Manuela Vaz Velho, pelo apoio científico no desenvolvimento do processo de fumagem utilizado neste trabalho.

À Professora Joana Santos e Engenheira Carla Ramos, por toda a colaboração laboratorial e científica na realização das análises microbiológicas deste trabalho.

À Doutora Élia Fernandes, por toda a colaboração laboratorial e científica na realização das determinações do azoto básico volátil total deste trabalho.

À Engenheira Susana Rocha, por toda a colaboração laboratorial na realização das análises físico-químicas deste trabalho.

À Empresa DocaPesca Portos e Lotas SA, pelo fornecimento do pescado utilizado neste trabalho.

À Ana Catarina Sá, pela presença e apoio em todos os momentos.

A todos os colegas de trabalho, do curso e amigos, por todo apoio e motivação.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho os meus sinceros agradecimentos.

*Kanimambo*



## Resumos apresentados no âmbito dos trabalhos desenvolvidos no MEIIA 2013/2014

**C. Alberto**, A. Araújo, S. Rocha, E. Fernandes, J.Santos, D. Moreira, M. R. Alves (2014). *Project INOVEMAR: Innovation in Sea Produce Processment*. Comunicação poster em *International Meeting on Marine Research*, 10-11 Julho, Peniche.

**C Alberto**, Alberta Araújo, Susana Rocha, Élia Fernandes, Joana Santos, Diogo Moreira, M. Rui Alves. *Caracterização físico-química, sensorial e microbiológica na avaliação do tempo de prateleira do Chicharro (*Trachurus trachurus*) fumado armazenado em atmosfera modificada*. Aceite comunicação poster. 12º Encontro de Química dos Alimentos, Lisboa, 10-12 Setembro.

**C. Alberto**, A. Araújo, S. Rocha, E. Fernandes, J. Santos, D. Moreira, M. R. Alves. *Evaluation of shelf life of smoked horse mackerel (*Trachurus trachurus*) stored in modified atmosphere*. Aceite para comunicação poster em *Innovations in attractive and sustainable food for health 28th EFFoST International Conference*, 25-28 November, Uppsala Konsert and Kongress, Uppsala, Sweden. Aceite para comunicação poster.

**C. Alberto**, A. Araújo, M.R. Alves (2014). *Analysis of sensory experts and consumer's evaluations of smoked fishes aided by multivariate analysis and automatic predictive biplots*. Aceite para comunicação poster em *Eurosense 2014: A sense of life. 6th European Conference on Sensory and Consumer Research.*, 7-10 Setembro, Bella Center, Copenhagen, Denmark.

### Atas

**C. Alberto**, Alberta Araújo, Diogo Moreira, M. Rui Alves (2014). *Caracterização físico-química, sensorial e microbiológica na avaliação do tempo de prateleira do Chicharro (*Trachurus trachurus*) fumado armazenado em atmosfera modificada*. Proceedings 12º Encontro de Química dos Alimentos, Lisboa, 10-12 Setembro.

## RESUMO

O pescado e derivados são alimentos associados a uma alimentação saudável. No entanto existem espécies cuja aceitabilidade *in natura* é baixa por parte de consumidores. A valorização dessas espécies constitui um desafio para as indústrias alimentares e poderá responder aos problemas e fragilidades que as comunidades piscatórias vêm enfrentando.

No início deste estudo, foi desenvolvido o processo de fumagem a quente de carapau fumado (espécie *Trachurus trachurus*), uma das espécies em maior abundância nas águas marítimas portuguesas e de menor valor comercial, tendo-se obtido dois produtos, nomeadamente, os filetes e patés de carapau fumado.

Ao longo do estudo foi determinado o tempo de prateleira de filetes fumados armazenados em refrigeração, atmosfera modificada (60/40 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) e congelação, pela monitoração de parâmetros microbiológicos: contagem de microrganismos a 30°C, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, Enterobactérias, Esporos sulfito redutores e Estafilococos coagulase (+).

A caracterização química envolveu a análise de proteínas, gordura, cinzas, cloretos, humidade, ABVT, pH e  $a_w$ . A análise da textura versou o estudo da dureza, coesividade, adesividade e gomosidade. Provadores experimentados procederam à avaliação sensorial. Estas análises foram realizadas em paralelo ao estudo microbiológico para avaliação do tempo de prateleira, ao longo de 45 dias de armazenamento.

Ao longo do estudo, os resultados microbiológicos e sensoriais revelaram que os filetes armazenados em atmosfera modificada e congelação não apresentavam sinais de deterioração. A contagem de microrganismos a 30°C foi inferior ao limite legislado (10<sup>6</sup>ufc/g) e os restantes parâmetros microbiológicos foram menores que 10 ufc/g. Definiu-se assim o tempo de prateleira de 45 dias como um prazo de validade seguro, utilizando estes métodos de conservação. No armazenamento em refrigeração, aos 30 dias, foi observada a presença de fungos do género *Penicillium* nos filetes fumados e o tempo de prateleira foi estipulado em 21 dias (último controlo efetuado).

A caracterização físico-química mostrou que os métodos de conservação não tiveram muito impacto na composição nutricional dos filetes. No entanto foi verificada uma maior estabilidade dos nutrientes durante o armazenamento em congelação. No armazenamento em atmosfera modificada registou-se uma diminuição nos teores de proteínas e gordura no início do armazenamento (15 dias) que pode ser associado com a adaptação do produto ao meio envolvente. O mesmo comportamento foi verificado em refrigeração relativamente ao teor de proteínas.

Durante o armazenamento, a textura dos filetes revelou comportamentos diferentes em função dos métodos de conservação. No EAM registou-se uma redução da gomosidade e dureza no início do armazenamento (8 dias) e no final desse período (45 dias) uma redução da adesividade. Na refrigeração e congelação alterações de textura só se verificaram no final do armazenamento, sendo que a adesividade e coesividade diminuíram aos 15 dias em refrigeração e a gomosidade e dureza no final dos 45 dias em congelação.

Como conclusão geral do estudo, os processos de conservação aplicados nos filetes de carapau fumado contribuíram para aumentar o tempo de prateleira desse género de produtos, em relação a alguns estudos similares em EAM. As contagens foram inferiores ao limite mínimo regulamentado e de uma maneira geral a alteração da composição nutricional e sensorial foi pouco notória, considerando assim os processos adequados na valorização dessa espécie.

Os estudos estatísticos baseados em análises de componentes principais e em análises de correlações canónicas revelaram uma correlação muito forte entre vários parâmetros, incluindo entre os parâmetros de textura e sensoriais. Mostraram também que embora várias flutuações nos níveis dos diferentes parâmetros analisados possam ser observadas ao longo do tempo de armazenamento quando estudados *de per se*, quando se analisam esses parâmetros em conjunto através de técnicas multivariadas, verifica-se uma grande estabilidade ao longo do tempo para os vários processos de conservação.

## ABSTRACT

Fish and fish products are usually highly appreciated for their positive impacts in human health. However, there are many species which do not attain high acceptability. It is very important to find applications for these less valued species, in order to increase their utilization and consequently increase the income for fishing communities.

This study started with the development of the best conditions for the hot smoking process of Atlantic Horse Mackerel, one of the most abundant species in the Portuguese sea waters and with less economic value. Smoked mackerel fillets and patés were obtained along the study.

The shelf-life of smoked mackerel fillets preserved under refrigeration, modified atmosphere packaging (60/40 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) and frozen, was determined throughout the study, based on the evaluation of microbiological parameters,

namely total microbiological count at 30°C, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, Enterobacteria, sulphur-reducing spores and *Staphilococcus coagulase* (+).

Chemical characterization was carried out using the following parameters: protein, fat, ashes, chlorides, moisture, TBVA, pH and  $a_w$ . Texture analysis involved the determination of toughness, cohesivity, adhesiveness and gumminess. Trained judges carried out sensory evaluation. These analysis were carried out at the same time as microbiological analysis and were also used for shelf life studies during 45 days of storage.

Along the study, the microbiological and the sensory results showed that fillets preserved in modified atmosphere or frozen did not show signs of deterioration. Microorganism counts at 30°C were consistently lower than 10<sup>6</sup> cfu/g. Therefore, according to these results, the shelf life was set to 45 days. Storage under refrigeration resulted in a lower shelf life time, which was set as 21 days, due to the appearance of fungi of the genus *Pennicillium*.

Physic-chemical characterization showed that different preservation methods did not impact significantly in smoked fillets' nutritional composition.

However, in what concerns freezing preservation, a higher nutrients' stability was observed. In relation to modified atmosphere packaging, a decrease in protein and fat content was observed in the initial stages of storage (15 days) which can be related to an adaptation of the product to the storage conditions. The same pattern was observed in relation to proteins during refrigerated storage.

During storage, fillets' texture showed different behaviors in relation to the different preservation methods studied. In MAP, gumminess and firmness decreased after 8 days of storage, and by the end of the study time (45 days) there was also a reduction in adhesivity. Concerning refrigeration and freezing changes in texture were detected only at the end of the storage period, with adhesivity and cohesivity decreasing after 15 days under refrigeration and gumminess and toughness after 45 days under refrigeration.

As a general conclusion, it was seen that all different methods tried for the preservation of hot smoked Atlantic Horse Mackerel resulted in an increase in shelf life of these type of products, when a comparison is made with data published in similar studies with MAP. Microbiological counts were always inferior to the legal maxima. In general terms, there was no appreciable change in nutritional parameters and organoleptic characteristics were also kept at acceptable levels. Therefore, these methods can be considered adequate for preservation and may contribute to the increase of the species commercial value.

Multivariate statistical approaches based on principal component analysis and canonical correlation analysis showed strong correlations between several parameters, including between sensory and texture parameters. They also showed that although several fluctuations in the levels of several parameters were observed along storage periods when analyzed *de per se*, if studied as a whole through multivariate techniques, a great stability is observed for all methods during preservation.

## ÍNDICE GERAL

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Índice geral.....	x
Índice de figuras.....	xiv
Índice de tabelas.....	xvii
Lista de abreviaturas.....	xx
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo geral.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Consumo de Pescado.....	5
2.2 Atividade da Pesca.....	6
2.3 Carapau ( <i>Trachurus trachurus</i> ).....	8
2.4 Constituição Nutricional.....	9
2.5 Degradação do Pescado.....	11
2.5.1 Degradação autolítica.....	13
2.5.2 Degradação microbiológica.....	14
2.5.3 Aspetos sensoriais da degradação.....	16
2.6 Processos de conservação.....	17
2.6.1 Fumagem.....	17
2.6.2 Embalamento em atmosfera modificada (EAM).....	23

3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	29
3.1	Matéria-prima .....	29
3.2	Amostragens .....	30
3.3	Processo de fumagem.....	30
3.4	Material de embalagem.....	34
3.5	Embalamento e composição da atmosfera .....	34
3.6	Preparação de patés de carapau fumado .....	35
3.7	Parâmetros físico-químicos: .....	36
3.7.1	Determinação do teor de proteínas.....	36
3.7.2	Determinação do teor de gordura .....	36
3.7.3	Determinação do teor de cloretos .....	37
3.7.4	Determinação do teor de humidade.....	37
3.7.5	Determinação do teor de cinzas .....	37
3.7.6	Determinação do pH.....	37
3.7.7	Determinação da atividade da água ( $a_w$ ) .....	38
3.7.8	Determinação do azoto básico volátil total (ABVT) .....	38
3.8	Análises microbiológicas .....	39
3.8.1	Preparação do meio de cultura.....	40
3.8.2	Preparação das amostras .....	40
3.8.3	Contagem de Microrganismo a 30°C .....	40
3.8.4	Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i> .....	40
3.8.5	Contagem de <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ).....	40
3.8.6	Contagem de <i>Listeria monocytogenes</i> .....	41
3.8.7	Contagem de Estafilococos coagulase (+).....	41
3.8.8	Contagem de esporos sulfito redutores .....	41
3.9	Análise do perfil de textura .....	41

3.9.1	Dureza.....	43
3.9.2	Adesividade.....	43
3.9.3	Coesividade .....	43
3.9.4	Gomosidade.....	43
3.10	Análise sensorial .....	43
3.11	Análise estatística.....	44
4	RESULTADOS.....	45
4.1	Otimização do processo de fumagem .....	45
4.2	Desenvolvimento de formulações de patés de carapau fumado ...	51
4.3	Caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e textura	54
4.3.1	Caracterização físico química .....	54
4.4	Caracterização sensorial .....	69
4.4.1	Teste de consumidores.....	71
4.5	Caracterização microbiológica.....	74
4.5.1	Resultados da amostra refrigerada após 30 dias de armazenamento .....	74
4.5.2	Resultados das contagens microbiológicas .....	75
4.6	Caracterização da textura.....	78
4.6.1	Avaliação da dureza.....	78
4.6.2	Avaliação da adesividade.....	80
4.6.3	Avaliação da coesividade.....	81
4.6.4	Avaliação da gomosidade .....	83
4.7	Análises global de resultados .....	84
4.7.1	Análise de componentes principais (ACP) .....	85
4.7.2	Análise de correlações canónicas (análise sensorial vs textura)	

5 CONCLUSÃO .....	91
BIBLIOGRAFIA.....	93
A- ANEXOS.....	101
B-APÊNDICES.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Trachurus trachurus</i> (FAO,2014).....	8
Figura 2 - Evolução de <i>Trachurus trachurus</i> capturado a nível mundial, (FAO, 2014) .....	9
Figura 3 - Fluxograma de produção de fumo líquido (Lingbeck et al., 2014)....	23
Figura 4 - Fatores que influenciam no tempo de prateleira no EAM adaptado do (Singh et al., 2011). .....	24
Figura 5 - Carapau fresco utilizado durante os ensaios .....	29
Figura 6 - Fumeiro horizontal utilizando durante os ensaios .....	31
Figura 7 - Carapau eviscerado .....	32
Figura 8 - Secagem de filetes de carapau.....	32
Figura 9 - Filetes de carapau fumado.....	32
Figura 10 - Filetes fumados no EAM .....	32
Figura 11 - Fluxograma do processo de fumagem a quente da espécie <i>Trachurus trachurus</i> .....	33
Figura 12 - Analisador do gás Chekmate II utilizado durante o estudo .....	34
Figura 13 - Termoseladora Oceania Jolly 20 utilizada durante o ensaio .....	35
Figura 14 - Fluxograma do processo de produção de patés de carapau fumado	36
Figura 15 - Medidor de pH utilizado na medição de pH.....	37
Figura 16 - Medidor de $a_w$ utilizado na medição de atividade de água .....	38
Figura 17 - Avaliação da textura no filete de carapau fumado .....	42
Figura 18 - Representação gráfica da análise do perfil de textura (TPA) .....	42
Figura 19 - Carapau fumado a frio.....	46
Figura 20 - Fumagem a quente do carapau calibre IV .....	47
Figura 21 - Teste de aceitabilidade de carapau fumado calibre IV (n=39) .....	48
Figura 22 - Teste de mercado à predisposição para a compra (n=39) .....	48
Figura 23- Teste de mercado sobre a frequência do consumo (n=39) .....	49
Figura 24 - Fumagem de filetes de carapau calibre .....	49
Figura 25 - Análise sensorial de filetes de carapau fumado .....	50
Figura 26 - Paté obtido no ensaio.....	53
Figura 27 - Paté obtido no ensaio II.....	53
Figura 28 - Paté com (2% de xantana) obtido no ensaio III.....	53

Figura 29 - Paté obtido após o ensaio IV .....	<b>53</b>
Figura 30 - Evolução do teor de proteínas dos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias de armazenamento .....	<b>55</b>
Figura 31 Evolução do teor de gordura nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>57</b>
Figura 32 - Evolução do teor de NaCl nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>58</b>
Figura 33 - Evolução do teor de humidade nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>60</b>
Figura 34 - Evolução do teor de cinzas nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>61</b>
Figura 35 - Evolução do ABVT nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>62</b>
Figura 36 Evolução do pH nos filetes de carapau fumado armazenados durante 45 dias.....	<b>64</b>
Figura 37 Evolução da $a_w$ nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.....	<b>66</b>
Figura 38 - Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo .....	<b>67</b>
Figura 39- Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo (embalagens controlo).....	<b>68</b>
Figura 40 - Resultados da análise sensorial dos filetes de carapau fumado armazenados nos diferentes métodos de conservação ao longo de 45 dias. ..	<b>69</b>
Figura 41 - Teste de aceitabilidade do carapau fumado calibre I (n=68).....	<b>72</b>
Figura 42 - Teste de mercado à predisposição a compra (n=68).....	<b>73</b>
Figura 43 - Teste de mercado sobre a frequência do consumo (n=68).....	<b>73</b>
Figura 45 - <i>Penicillium</i> ssp. isolado da amostra dos filetes do carapau conservados em refrigeração (30 dias) .....	<b>74</b>
Figura 44 - Filetes de carapau fumado após 30 dias de armazenamento em refrigeração .....	<b>74</b>
Figura 46 - Evolução do crescimento de microrganismo a 30°C nos filetes de carapau fumados nos diferentes métodos de conservação ao longo dos 45 dias de armazenamento. ....	<b>75</b>

Figura 47 - Resultados da avaliação da dureza nos filetes de carapau nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias de armazenamento (n=8). .....	<b>78</b>
Figura 48 - Avaliação da adesividade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8) .....	<b>80</b>
Figura 49 - Resultados da avaliação da adesividade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8) .....	<b>82</b>
Figura 50 - Resultados da avaliação da gomosidade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8) .....	<b>83</b>
Figura 51 - CP1 vs CP2 (36,27% vs 23,64%) em relação as variáveis .....	<b>86</b>
Figura 52 - CP1 vs CP2 (36,27% vs 23,64%) ao longo do tempo de armazenamento.....	<b>86</b>
Figura 53 - Primeiras dimensões canônicas da ACC (textura vs análise sensorial) ao longo dos 45 dias de armazenamento.....	<b>88</b>
Figura 54 - Segundas correlações da ACC (textura vs análise sensorial) ao longo de 45 dias de armazenamento. ....	<b>89</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Descarga de pescado fresco ou refrigerado (em toneladas) das principais espécies, adaptado do (INE, 2012).....	7
Tabela 2 - Mecanismo de formação do fumo adaptado de (Ahmad, 2003).....	18
Tabela 3 - Graus brine na salmoura 18°C adaptado do (Bannerman, 1980) <sup>d</sup> ..	20
Tabela 4 Amostragens realizadas ao longo do tempo nos diferentes métodos de conservação. ....	30
Tabela 5 - Variáveis definidas durante a otimização do processo de fumagem	46
Tabela 6 - Resultados obtidos da análise de variância ANOVA entre as duas amostras.....	50
Tabela 7 - Resultados dos ensaios do processamento de patés de carapau fumado .....	52
Tabela 8 - Teste t tukey da variação de proteínas ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ).....	55
Tabela 9 - Resultados obtidos após o teste t tukey da gordura ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ).....	57
Tabela 10 - Teste t tukey da variação humidade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ).....	60
Tabela 11 - Resultados obtidos após aplicado o teste t tukey da variável ABVT ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ) .....	63
Tabela 12 - Resultados obtidos após o teste t tukey da variação do pH ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ).....	65
Tabela 13 - Resultados obtidos após o teste t tukey da variável $a_w$ ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p<0,05$ ).....	66
Tabela 14 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em refrigeração, ao longo de 15 dias de armazenamento ( $p<0,05$ ).....	70
Tabela 15 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em AM, ao longo de 45 dias de armazenamento ( $p<0,05$ ).....	70
Tabela 16 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em congelação, ao longo de 15 dias de armazenamento .....	71

Tabela 17 - Resumo das contagens microbiológicas obtidas durante o armazenamento dos filetes de carapau fumado nos três métodos de conservação .....	<b>77</b>
Tabela 18 - Resultados obtidos após a aplicação do teste t tukey da dureza ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p < 0,05$ ).....	<b>79</b>
Tabela 19 - Resultados obtidos após o teste t tukey da variável adesividade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p < 0,05$ ).....	<b>81</b>
Tabela 20 - Resultados obtidos após aplicação do teste t tukey da coesividade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p < 0,05$ ).....	<b>82</b>
Tabela 21 - Resultados obtidos após aplicação do teste t Tukey da variável gomosidade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor $p < 0,05$ ) .....	<b>84</b>
Tabela 22 - <i>Eigenvalues</i> (análise senórial vs Textura) .....	<b>87</b>
Tabela 23 - Evolução do teor de proteínas (%) nos filetes fumados ao longo do armazenamento.....	<b>101</b>
Tabela 24 - Evolução do teor de gordura (%) nos filetes de carapau fumado ao longo dos 45 dias de armazenamento.....	<b>101</b>
Tabela 25 - Evolução do teor de NaCl (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento.....	<b>102</b>
Tabela 26 - Evolução do teor de ABVT (mg de N/100g de amostra) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento .....	<b>102</b>
Tabela 27 - Evolução do teor da humidade (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento.....	<b>103</b>
Tabela 28 - Evolução do teor de cinzas (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento.....	<b>103</b>
Tabela 29 - Evolução do teor de pH em função da temperatura nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento .....	<b>103</b>
Tabela 30 - Evolução do teor de pH em função da temperatura nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento .....	<b>104</b>
Tabela 31 - Resultados da análise sensorial dos filetes de carapau fumados armazenados em três métodos conservação, ao longo dos 45 dias. ....	<b>104</b>
Tabela 32 - Resultados da análise sensorial com consumidores .....	<b>105</b>

Tabela 33 - Parâmetros de contagens microbiológicas nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação, ao longo de 45 dias.	<b>106</b>
Tabela 34 - Parâmetros de textura(dureza, adesividade, coesividade e gomosidade), armazenados em três métodos de conservação, ao longo de 45 dias.....	<b>106</b>
Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados em refrigeração ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).....	<b>107</b>
Tabela 36 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados no EAM ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).....	<b>107</b>
Tabela 37 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados em congelação ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).....	<b>108</b>
Tabela 38 - Resultados do resíduo seco obtido no pescado em fresco e fumado ao longo do armazenamento.....	<b>109</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

A1 - Área 1

A2 - Área 2

ABVT - Azoto básico volátil total

Ade - Adesividade

AM - Atmosfera modificada

ATP - Adenosina trifosfato

$a_w$  - Atividade da água

c - Comprimento

CE - Comissão/conselho europeu

CICE - centro de Inspeção e comércio exterior espanhol

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

DMA - Dimetilamina

DUR - Dureza

EAM - Embalamento em atmosfera modificada

ESTG - Escola Superior de Tecnologia e Gestão

FAO - Food Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

FSA - Food Safety Authority (Autoridade de Segurança Alimentar)

G/P - Gás por produto

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - Ácido Sulfúrico

HPA - Health Protection Agency (Agência de Proteção à Saúde)

INOVEMAR - Inovação no Processamento de produtos do mar

IPVC - Instituto Politécnico de Viana do Castelo

MEIIA - Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

N<sub>2</sub> - Azoto

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - Carbonato de sódio

NaCl - Cloreto de sódio

NP - Norma Portuguesa

O<sub>2</sub> - Oxigénio

OMS - Organização Mundial de Saúde

OTMA - Óxido trimetilamina

P - Peso

REG - Regulamento

TMA - Trimetilamina

ton - Toneladas

ufc - Unidade formadora de colónias

X - Amostra refrigerada

Y - Amostra armazenada em atmosfera modificada

Z - Amostra congelada



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

As comunidades piscatórias em geral e o tecido económico que as suporta em particular, apresentam um conjunto de problemas, que para além de influenciar o sucesso e a sustentabilidade de todo o tecido económico desta fileira, apresentam também, reflexos na redução do rendimento e da qualidade de vida destas comunidades (INOVEMAR, 2013).

Face a essa realidade, foi desenvolvido o projeto INOVEMAR (Inovação no Processamento de produtos do Mar) co-financiado pelo Fundo Europeu das Pescas (FEP) através do Programa Operacional Pesca (PROMAR), ação 1 - reforço da competitividade das zonas de pesca e valorização de produtos. Fazendo parte integrante deste projeto, a Escola superior de Tecnologia e Gestão do IPVC, Serviços de Ação Social (SAS) do IPVC e DocaPesca Portos e Lotas SA, que dentre principais objetivos, se destacam a valorização dos produtos de pesca de menor valor comercial e criar novas alternativas às dificuldades de escoamento dos produtos do mar, através do desenvolvimento de processos de inovação ao nível dos produtos e dos processos de produção, de acordo com as necessidade de mercado (INOVEMAR, 2013).

A seleção da espécie deste estudo, carapau *Trachurus trachurus* está relacionada com a informação recolhida no mercado das espécies de baixo valor económico capturadas na zona Norte de Portugal nomeadamente, cavala, faneca, tainha, sarda e carapau. Sendo este último escolhido pelo seu elevado teor de gordura subcutânea rico em ácidos gordos essenciais.

O estudo desenvolvido no presente trabalho insere-se no projeto INOVEMAR, desenvolvido pelo grupo de Engenharia alimentar da ESTG (IPVC - Portugal) e no mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar (MEIIA) da mesma escola que fez parte integrante dos objetivos da projeto INOVEMAR: aumentar a diversidade na oferta a nível do mercado nacional em

## Introdução

relação aos produtos de pesca e valorizar as espécies de pescado de menor valor comercial.

O estilo de vida dos consumidores tem acompanhado uma evolução causada pelo desenvolvimento tecnológico. O aumento da procura em alimentos prontos a consumir ilustra de certo modo essa nova tendência (Buckley et al., 2007). O mercado de alimentos processados nos países industrializados, encontra-se em grande desenvolvimento. Os consumidores preferem produtos adequados para armazenamento em congelação ou refrigeração com tempo de prateleira moderado (Fellows, 2000).

De acordo com a pesquisa anual realizada pelo *The Center for food Integrity* nos estados Unidos, os consumidores tem menos confiança na qualidade e segurança dos alimentos e tem aumentado o interesse em alimentos com menos aditivos químicos, orgânicos e com elevada qualidade sensorial e nutritiva, porque acreditam que são mais saudáveis e com melhor características organoléticas (Lingbeck et al., 2014).

Afim de aumentar o tempo de prateleira dos produtos são aplicados diferentes processos de conservação. A fumagem é utilizada desde os primórdios com esse objetivo, hoje é utilizada para conferir características sensoriais particulares aos alimentos (Arvanitoyannis e Kotsanopoulos, 2012).

O período de vida útil de alimentos muitos perecíveis tais como carne, ovos, peixes, aves, frutas, legumes e alimentos cozidos, é influenciado pelas reações com o oxigênio atmosférico, crescimento de microrganismos aeróbios que causam a deterioração. Cada uma dessas razões, ou a sua combinação, culminam com alterações nas características sensoriais e deterioração da qualidade dos produtos. Para fazer face a esse problema, a indústria alimentar tem utilizado o embalamento em atmosfera modificada, que permite aumentar o tempo de prateleira e reduzir as perdas na distribuição, estabilizando o fornecimento a preços aceitáveis (Soccol e Oetterer, 2003).

### 1.2 Objetivos

O presente trabalho resultou da procura de alternativas em encontrar novas formas de escoar os produtos de pesca de baixo valor comercial, concretamente a espécie em estudo *Trachurus trachurus*, (nome comum Chicharro ou Carapau).

#### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um produto inovador a partir da espécie *Trachurus trachurus* calibre I ( $P \geq 0,6\text{kg}$  e tamanho mínimo de 15 cm) REG. (CE) nº 2402: 1996, e avaliar o tempo de prateleira aplicando três métodos de conservação: refrigeração, embalagem em atmosfera modificada refrigerada e congelação. Desenvolver diferentes formulações para elaboração de pastas de pescado fumado e a sua aceitabilidade nos consumidores em geral.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver tecnologias de processamento que permita a valorização de espécies de baixo valor comercial;
- Criar novos produtos com boa aceitabilidade comercial;
- Caracterizar o tempo de vida útil do produto fumado por análise sensorial, microbiológica e de textura;
- Aumentar o grau de conhecimento da espécie, contribuindo para a definição de parâmetros físico-químicos no pescado fresco e ao longo do tempo de armazenamento em pescado fumado;
- Aprendizagem de técnicas laboratoriais analíticas e microbiológicas;
- Contribuir para a divulgação científica do produto com publicações em congressos e seminários;
- Contribuir para a divulgação do projeto INOVEMAR;



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Consumo de Pescado

O interesse do público referente aos benefícios dos lípidos presentes no pescado, está de acordo com as recomendações das autoridades de saúde, que aconselha aumentar o consumo de peixe. Por outro lado, a exploração por parte dos *media* de temas relacionados com a saúde, também favorece o consumo de pescado (Ackman, 1989).

Atualmente, os consumidores prestam especial atenção à dieta alimentar, e optam por alimentos saudáveis. Como alternativa saudável da fonte em proteína animal, regista-se a nível mundial o aumento da procura em produtos do mar (Sofi et al., 2014). O pescado e os seus subprodutos são ricos em proteínas e ácidos gordos insaturados essenciais, o que lhes favorece um lugar de destaque na lista de alimentos saudáveis e essenciais na dieta humana (Celik, 2008).

Uma grande parte do pescado capturado é consumido em diferentes formas de produtos conservados, preparados quer na indústria alimentar ou para o consumo direto. Alguns desses produtos não tem um tempo de prateleira superior ao pescado conservado em refrigeração, outros resistem à deterioração por alguns meses, enquanto que as conservas são estáveis por alguns anos (Wilde e Kamstra, 1995)

De acordo com o Ackman (1989), o consumo de pescado em pequenas quantidades, mesmo uma só porção por semana, reduz a incidência de mortalidades por acidentes cardiovasculares.

Atualmente o pescado é comercializado na forma *in natura* (em fresco) ou processado. A forma *in natura* engloba o pescado inteiro ou não, recentemente capturado e submetido a baixas temperaturas, não sendo essa manutenção considerada como uma forma de processamento, e o consumidor adquire-o em estado cru. O pescado processado é submetido a processos mais elaborados de manipulação e conservação, tais como: preparação de filetes, postas, filetes sem

pele seguido de congelação e armazenamento; pescado salgado, fumado, pastas, conservas, farinhas e óleos, entre outros produtos (Vaz-Pires, 2006)

Em 2009 a oferta global de pescado *per capita* foi estimada em 18,4Kg, o que faz com que os peixes representem 6,4% das proteínas consumidas pela população a nível mundial. Globalmente, o peixe fornece 20% do valor médio em proteínas a 2,9 milhões de pessoas. As estimativas preliminares para 2010, indicavam um crescimento no consumo *per capita* para cerca de 18,6 Kg (FAO, 2012).

Portugal é o quarto maior consumidor de peixe do mundo, a seguir às Ilhas Seychelles, Islândia e Japão (Dia et al, 2001). Em Portugal o consumo anual *per capita* do pescado é de 56,6 Kg, o que torna Portugal o país com maior consumo de pescado a nível da União Europeia (FAO, 2013).

Em 2010, cerca de 86% de pescado (128,3 milhões de toneladas) foi destinado ao consumo direto dos seres humanos, os restantes 14% (20,2 milhões de toneladas) foram utilizados para produção não alimentar (fabrico de farinhas e óleos de peixe). Cerca de 47% de pescado destinado ao consumo humano foi consumido em fresco (FAO, 2012).

## **2.2 Atividade da Pesca**

Desde os tempos remotos, o homem tem capturado o peixe para satisfazer as necessidades alimentares. A pesca para subsistência, ainda é praticada nas regiões mais pobres do mundo. No entanto, com o descobrimento de novas técnicas de conservação, o pescado tornou-se um produto rentável. Como consequência, gradualmente, iniciou-se a produção industrial com técnicas mais sofisticadas de conservação a nível mundial (Wilde e Kamstra, 1995).

Desde 2001, a captura e produção de pescados tem vindo a sofrer um forte crescimento. A taxa média anual aumentou em 6,3%, a produção passou de 34,6 milhões de toneladas em 2001 a 59,9 milhões de toneladas em 2010. A captura global de peixes, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos tem registado um aumento contínuo. Em 2010 a produção total atingiu 148,5 milhões de toneladas (FAO, 2012).

## Revisão bibliográfica

A maioria dos países capturam o pescado nas suas águas costeiras pouco profundas, e alguns, como é o caso da China (45-50%) e Índia (35-40%), são provenientes de recursos das suas ilhas. Contudo, países como Japão, Rússia, Coreia do norte, Espanha e os Estados Unidos da América, têm grandes frotas operando em todo o mundo (Wilde e Kamstra, 1995).

O pescado capturado por arrasto, é caracterizado por uma vasta gama de espécies de alto e baixo valor comercial. Juntamente com as espécies de interesse, também são capturadas outras espécies, muitas vezes sem interesse económico, com baixo calibre e pescado defeituoso (Orban et al., 2011). A pesca por arrasto foi a única modalidade que registou um aumento (+4,3%) em 2012, sendo que o aumento das capturas das espécies como o verdinho, a pescada, o carapau e moluscos foram os que mais contribuíram para esse aumento (INE, 2012).

O volume total de pescado descarregado entre portos nacionais e não nacionais em 2012, foi de 191 593 toneladas, verificou-se um aumento de 13,4% em 2012 nas descargas de pescado de embarcações não nacionais em portos do Continente, devido ao maior volume de carapau descarregado (INE, 2012)

As espécies mais importantes de peixes descarregadas em Portugal no ano 2004, foram a sardinha, cavala e carapau, representando 37%, 9% e 8% do peso total descarregado e 13%, 1% e 8% do valor total respetivamente (FAO, 1995).

Tabela 1 - Descarga de pescado fresco ou refrigerado (em toneladas) das principais espécies, adaptado do (INE, 2012).

<b>Espécies</b>	<b>Continente</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro</b>	<b>Lisboa</b>	<b>Alentejo</b>
Total	110 287	31 933	39 429	19 222	5 586
Sardinha	30 649	12 962	8 908	2529	3 614
Cavala	30 820	4 308	8 155	8 988	1 754
<b>Carapau</b>	<b>12 884</b>	<b>3 635</b>	<b>5 587</b>	<b>1 644</b>	<b>379</b>
Verdinho	1837	527	206	58	712
Sarda	254	155	84	4	4
Outras	24 830	6 740	10 316	5 093	317

Na lota de Viana do Castelo, a espécie *Trachurus trachurus* tem registado um aumento na descarga desde 2008 a 2012, passando de 105,52 ton em 2008 a 462,39 ton em 2012. O que representou um aumento de 77,17% na descarga desta espécie (DocaPesca, 2013)

Em 2011 a indústria transformadora da pesca e aquicultura apresentaram, uma produção conjunta de "congelados", "secos e salgados" e "preparações e conservas" que totalizaram 207 mil toneladas, que representaram um decréscimo de cerca de 2,2% em relação ao ano 2010 (INE, 2012).

### 2.3 Carapau (*Trachurus trachurus*)

O carapau (*Trachurus trachurus*) é uma espécie pelágica, que pode ser encontrada no Atlântico, desde a Islândia até Cabo Verde, no mar Mediterrâneo, Marmara e raramente no mar Negro. O carapau constitui uma das reservas mais importantes das espécies pelágicas pescadas no sul da Europa, incluindo Portugal e Espanha (Torres et al.2014)

Esta espécie, pertence à família *Carangidae*, grupo de peixes ósseos, tem o corpo fusiforme, bastante musculado e com barbatanas fortes. A parte superior do corpo e da cabeça tem cor cinzenta escura, quase preta ou verde azulado, e nos dois terços restantes a cor é mais pálida, esbranquiçada e prateada. Na fase adulta formam cardumes e medem entre 26 e 50 cm de comprimento (FAO, 2014).



Figura 1 - *Trachurus trachurus* (FAO,2014)

A alimentação do carapau nas águas portuguesas é variada, sendo que as presas mais importantes por ordem decrescente, são os copépodes, crustáceos e cefalópodes pertencentes ao plâncton (Cabral e Murta, 2002). A percentagem

total dos lípidos no peixe existente ao longo da costa portuguesa, depende das alterações sazonais, sendo mais alta no verão e mais baixa em Fevereiro. Essas mudanças são causadas pela variação do meio ambiente, havendo muita abundância do alimento no Verão e pouca no Inverno e o ciclo reprodutivo que também influenciam o conteúdo em lípidos (Garrido et al., 2008)

A captura do carapau em Portugal, é realizada principalmente por arrasto do fundo e de cerco, e em pequena quantidade pelo método tradicional: anzóis e rede de emalhar (ICES, 2012). Segundo INE (2012), a espécie ocupa a terceira posição no mercado português com 30 820 ton capturadas, sendo que o valor médio/kg correspondia a 1,33 euros.

O *Trachurus trachurus* é encontrado no mercado em fresco, enlatado, cozido, salgado, frito e fumado (Alfaro et al., 2013), é uma espécie comercial importante, cuja rejeição em Portugal é muito baixa. Em 2005 foram estimadas 61 ton rejeitadas, desde esse período até 2011 não foram registadas mais ocorrências visto que a frequência de rejeição foi muito baixa (ICES, 2012).

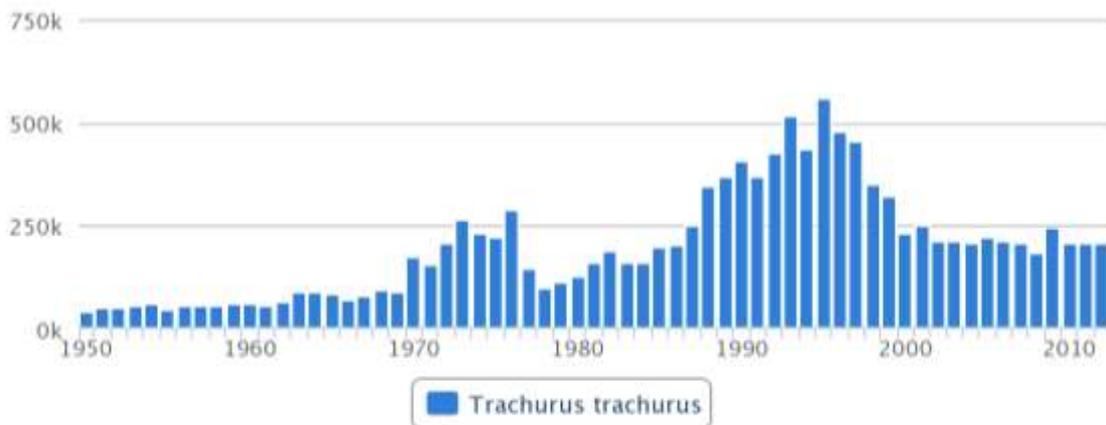


Figura 2 - Evolução de *Trachurus trachurus* capturado a nível mundial, (FAO, 2014)

## 2.4 Constituição Nutricional

A composição química do pescado varia consideravelmente entre as diferentes espécies assim como entre os indivíduos da mesma espécie,

dependendo da idade, sexo, meio ambiente, estação do ano e maturação sexual. A disponibilidade de alimentos no meio afeta o teor dos compostos químicos, durante o período em que há maior consumo de alimentos, o teor de gorduras aumenta (Huss, 1988).

Os benefícios nutricionais do consumo de peixe estão relacionados com o elevado teor de proteínas de alto valor (o peixe fornece 17% do total da proteína animal e 6% de toda a proteína consumida pelos seres humanos), de vitaminas e outros nutrientes essenciais, com especial destaque para os ácidos gordos essenciais (Kris-Etherton et al., 2002).

O pescado é composto essencialmente por água (variando entre 60-70% nos peixes mais gordos e 80-85% nos peixes mais magros), lípidos (entre 0,1-25%), proteínas (cerca de 10% nos moluscos, entre 15 a 23% no pescado em geral, incluindo o azoto não proteico), hidratos de carbono (0,01 a 0,7%), vitaminas (A, D, E e K, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub> e C) e sais minerais (entre 0,9 a 2%, principalmente sódio, potássio, ferro e fosforo) (Vaz-Pires, 2006).

A quantidade do teor de proteínas, vitaminas B<sub>12</sub> nos peixes são similares aos das carnes vermelhas e aves, e apresentam uma biodisponibilidade em minerais de ferro e zinco relativamente mais baixa. O pescado é uma boa fonte de fósforo, magnésio, sódio, potássio, cálcio, cloro, ferro e iodo. Sendo o último mineral muito importante na dieta alimentar, especialmente em áreas distantes do mar, onde os solos são pobres em iodo (Slattery, 2006).

Relativamente à quantidade de lípidos nas carnes, o peixe não tem quantidades elevadas de gorduras saturadas. Os lípidos do pescado, para além de fornecerem energia, são fontes naturais de dois tipos de ácidos gordos polinsaturados do tipo ómega-3: ácido eicosapentenoico (EPA) e ácido docosahexenoico (DHA), que apresentam efeitos benéficos no risco de incidências de doenças cardiovasculares e diabéticas. A carência nestes ácidos gordos essenciais provoca distúrbios, tais como anemia, doenças dermatológicas e de visão (Celik, 2008; Nisa e Asadullah, 2011).

Segundo Ackman (1989), os peixes podem ser classificados em função do teor de gordura em quatro classes distintas, nomeadamente peixes magros, com menos de 2% de gordura; peixes ligeiramente gordos de 2% a 4% de gordura; peixes semi-gordos com 4% a 8% de gordura; muito gordos com mais de 8% de gordura, fazendo parte dessa última categoria a espécie em estudo *Trachurus trachurus*.

O teor de proteínas no peixe não varia muito entre a maioria das espécies, estando compreendido entre 16% a 21%. Essas proteínas apresentam um elevado valor biológico e consequentemente nutricional, com uma composição em aminoácidos essenciais comparável à proteína padrão da FAO, sendo especialmente ricas em lisina (Silva, 2010).

Vários estudos foram realizados na fração proteica dos músculos do peixe, que permitiram demonstrar que alguns péptidos presentes nesses tecidos musculares, tem um certo número de atividades biológicas, como por exemplo anti hipertensas, anti trombóticas, imunomoduladoras e antioxidantes (Garcia-Moreno et al., 2013).

O conteúdo total em hidratos de carbono nos músculos é muito baixo no pescado. Estes compostos encontram-se no fígado na forma de glicogénio, e são inferiores a 1% segundo Slattery, (2006) e a 0,5% segundo Huss, (1988).

### **2.5 Degradação do Pescado**

A deterioração do alimento é definida como toda a alteração que torna o produto inaceitável para o consumo humano. O pescado é muito perecível, tem a atividade da água muito elevada, pH próximo da neutralidade e enzimas autolíticas (Sivertsvik et al., 2002).

O elevado teor de humidade torna o peixe bastante perecível. Nos países tropicais, foi estimado que a deterioração do peixe à temperatura ambiente ocorre entre 12 a 20h após a captura, dependendo da espécie e do tamanho (Alakali et al 2013).

A perda da frescura e o padrão de deterioração varia consideravelmente de espécie para espécie. Uma vez morto o peixe sofre, várias alterações *post-mortem*. Essas alterações são causadas pela quebra da estrutura celular, alterações bioquímicas e o crescimento dos microrganismos da flora naturalmente presente no peixe ou que se tornam parte da flora por contaminação durante a manipulação (Ocano-Higuera et al., 2009).

Normalmente, a deterioração do peixe é caracterizada sensorialmente por uma perda inicial do sabor a fresco, seguida por uma mudança de odor neutro ou não específico para o odor a peixe, que se intensifica com o tempo. O substrato disponibilizado pelas reações autolíticas é incorporado no metabolismo das bactérias que continuam o processo de deterioração (Gram e Huss, 1996).

A deterioração do peixe, ocorre em quatro fases: *rigor mortis*, desaparecimento do *rigor mortis*, autólise e putrefação. O processo autolítico, ocorre como resultado de alterações de enzimas endógenas no músculo, enquanto que a putrefação é causada pelo crescimento bacteriano. As condições de captura, manipulação e processamento, influenciam a deterioração do peixe, sendo a temperatura o fator com maior impacto. Desse modo, para conservar a frescura e qualidade inicial do peixe é importante reduzir a temperatura do pescado o mais rápido possível (Ocano-Higuera et al., 2006).

O processamento e conservação, em conjunto com as condições de temperatura durante o armazenamento, determinam o tipo de deterioração do peixe, isto é, se ocorre a deterioração microbiana, bioquímica ou a combinação de ambas (Sivertsvik et al., 2002).

Existem vários métodos para avaliar a qualidade e frescura do pescado. Esses métodos são baseados na medição de alterações *post-mortem* associadas a mudanças sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas (Ocano-Higuera et al., 2006).

### 2.5.1 Degradação autolítica

A atividade celular continua após a morte do peixe, é sustentada pelas reservas de energia na forma de glicogénio. Parte dessa energia é perdida no momento da captura do peixe, devido à resistência do peixe (Ghaly, 2010). Com a morte do peixe, o fornecimento do oxigénio aos músculos e a produção de energia a partir de compostos não digeridos são interrompidos. A decomposição do glicogénio e gordura é feita pelo processo anaeróbico, resultando, após várias reações, na formação de ácido láctico e energia ATP (adenosina trifosfato) (Huss, 1995).

Quando a concentração do ATP diminui a um nível crítico, inicia-se o processo de *rigor mortis*. O tempo entre a morte e *rigor mortis*, varia em função da quantidade do glicogénio e o ATP existente (Ghaly, 2010).

A perda inicial da qualidade do peixe é causada pelas alterações autolíticas, que começam com a morte do peixe, resultando assim, na quebra de compostos responsáveis pelo sabor doce e aroma agradável a peixe (SFIA, 1985). Essas alterações não estão relacionadas com a atividade microbiana sendo o impacto das alterações importantes nos compostos dos nucleótidos (ATP)(Gram e Huss, 1996). O ATP é metabolizado segundo a seguinte sequência:

ATP → adenosina difosfato (ADP) → adenosina monofosfato (AMP) → iosina monofosfato (IMP) → iosina (HxR) → hipoxantina (Hx) → xantina (x).

As alterações dos nucleótidos variam consideravelmente com a espécie do peixe e fatores relacionados com o manuseamento e armazenamento, independentemente da natureza do peixe, o ATP diminui rapidamente nas primeiras 24 horas (Ocano-Higuera et al., 2009).

Durante a degradação autolítica, a quebra do óxido de trimetilamina (OTMA) origina a dimetilamina (DMA) e formaldeído. A taxa de formação de DMA diminui com a redução da temperatura. Ao longo do armazenamento, as ligações das fibras musculares com o formaldeído tornam o músculo duro. Algumas

enzimas atacam as proteínas musculares e o tecido conjuntivo, enfraquecendo as fibras musculares, resultando no rompimento dos músculos durante a manipulação como, por exemplo, na produção de filetes (Slattery, 2006).

Na conservação dos peixes gordos sob refrigeração, as reações de oxidação causam alterações na fração lipídica, dando origem ao sabor e cheiro a ranço, reduzindo a percentagem dos ácidos gordos ómega-3 (Huss, 1995).

## 2.5.2 Degradação microbiológica

Nos peixes, os microrganismos encontram-se em toda a superfície externa (pele e guelras) e nos intestinos. O número total varia muito, pois uma variação de  $10^2$  a  $10^7$  ufc/cm<sup>2</sup> é considerada normal na superfície da pele, sendo que nas guelras e nos intestinos podem existir entre  $10^3$  a  $10^9$  ufc/g (Huss, 1995).

Embora exista uma grande variação de espécies de microrganismos que contaminam os peixes, somente algumas são responsáveis pela produção a nível sensorial de cheiros desagradáveis, associados à deterioração dos produtos do mar (Slattery, 2006).

A composição da microflora altera-se drasticamente durante o armazenamento. Sob congelamento, a flora bacteriana é composta principalmente por *Pseudomonas spp* e após uma a duas semanas começam a ser dominantes as *P. putrefaciens*. Em águas temperadas ou climas tropicais, a microflora no momento da deterioração, é dominada pelas bactérias gram-negativas (exemplo: *Vibrionaceae*), nos peixes capturados em água poluída encontram-se particularmente as *Enterobacteriaceae* (Huss, 1995; Slattery, 2006).

A sequência da degradação microbiana do peixe fresco pode ser considerada em sete etapas (Liston, 1980; citado por (Sivertsvik et al., 2002):

1. Bactérias naturalmente presentes no peixe, responsáveis pela degradação;
2. Presença de aminoácidos ou outras formas de azoto não proteico (NPN);
3. Crescimento seletivo de microrganismos (maioritariamente *Pseudomonas*) que utilizam o azoto não proteico como substrato;

4. Repressão da produção de proteinases devido à utilização seletiva de aminoácidos pelas bactérias *Pseudomonas*;
5. Hidrólise bacteriana de proteínas para repor a quantidade de aminoácidos que serve de substrato para as bactérias;
6. Aumento de amónia e ácidos gordos voláteis como resultado da etapa anterior.
7. Produção de compostos voláteis com enxofre pelas bactérias responsáveis da degradação;

Existem dois tipos de deterioração nos peixes sujeitos a cura por salga seca como o caso de bacalhau: primeiro é o crescimento de bactérias extremamente halófilas, que provocam a alteração conhecida como "cor de rosa". Essas bactérias (*Halococcus*, *Halobacterium*), são fortemente proteolíticas e produzem a nível sensorial odores e sabores desagradáveis. Outro tipo de deterioração também proteolítica causada por fungos do géneros *Sporendonema* e *Oospora* resulta num acastanhamento do peixe (Gram e Huss, 1996).

Existem três tipos de deterioração nos peixes gordos sujeitos a cura em salmoura: (i) a mais comum é causada pelas bactérias gram-negativas e anaeróbicas (exemplo: as enterobactérias) provocando alterações sensoriais, pela presença de sabor ácido, azedo/doce e ocorre a libertação do cheiro pútrido. Esta microflora, aparece após oxidação do OTMA por outras enzimas, e o seu crescimento é retardado com a redução da temperatura; (ii) Ocorre libertação de cheiro a fruta resultante do crescimento de leveduras, a solução salina torna-se viscosa. O terceiro tipo de deterioração é causado pelas bactérias gram-negativas, aeróbicas, halófilas (*Moraxella*) que degradam as proteínas alterando assim a constituição dos músculos (Gram e Huss, 1996).

De forma a diminuir ou inibir a deterioração dos peixes, recorre-se a métodos de conservação como: refrigeração, congelação, secagem, tratamentos térmicos, uso de aditivos, conservantes, irradiação e embalagem (Soccol e Oetterer, 2003).

### 2.5.3 Aspectos sensoriais da degradação

O stress induzido durante a captura do peixe, causa elevadas taxas metabólicas elevadas com impacto na qualidade, ocorrendo assim alterações na textura dos músculos (o tecido muscular separa-se do tecido conjuntivo, provocando o amolecimento) (Slattery, 2006).

Após a morte, o sistema circulatório é interrompido e o nível de ATP diminui. Os íons de cálcio permanecem no complexo acto-miosina, pois o ATP produzido pela via anaeróbica, não é suficiente para os extrair do complexo e relaxar o músculo e instalando-se o *rigor mortis*. Essa condição dura algumas horas dependendo da espécie (Boyd e Ryder, 1996).

As primeiras alterações sensoriais durante o armazenamento, são visíveis na textura e aparência e as alterações ao nível do sabor das espécies são desenvolvidas normalmente após dois dias no armazenamento em gelo (Huss, 1995).

As características sensoriais da deterioração dos peixes podem ser divididas nas seguintes fases (Huss, 1995):

Fase 1: O peixe fresco tem o sabor adocicado e agradável a peixe, podendo em alguns casos ter o sabor ligeiramente metálico. O sabor doce é maximizado de dois a três dias após captura para certos peixes.

Fase 2 : Ocorre uma perda de sabor e odor característico do peixe, sendo este neutro e com uma textura agradável.

Fase 3: Começam a aparecer sinais de deterioração, uma gama de substâncias voláteis são libertadas, dependendo das espécies e do tipo de deterioração (aeróbico ou anaeróbico) um dos compostos voláteis pode ser TMA derivado da redução de OTMA pelas bactérias, o TMA tem um cheiro muito característico. No início da fase o aroma pode ser ligeiramente ácido, frutado e amargo especialmente em peixes gordos. Durante as últimas fases,

desenvolvem-se cheiros a ranço, amoniacal e a enxofre. A textura torna-se mole e aguada ou então seca e dura.

Fase 4: Nesta fase, os peixes podem ser caracterizados como pútridos.

## **2.6 Processos de conservação**

O pescado tem efeitos benéficos para a saúde. O pescado fresco é muito perecível e tem um tempo de prateleira reduzido em comparação com outras espécies terrestres. Assim sendo, a perda da qualidade deste produto depende da eficácia do manuseamento e a rapidez no processamento após a captura (Slattery, 2006).

### **2.6.1 Fumagem**

A cura de peixe (salga, secagem e fumagem) é um método tradicional de conservação com importância económica considerável a nível mundial (Goulas e Kontominas, 2005). Dados arqueológicos indicam que a fumagem dos alimentos é praticada aproximadamente há 90 000 anos (Sikorski, 2004). Esse processo confere vantagens sensoriais (cor e sabor), apreciados pelos consumidores em produtos minimamente processados com pouco teor de sal (Gomez-Guillén et al., 2008).

Durante a fumagem são depositados na superfície do produto compostos do fumo, produzidos durante a pirólise da madeira (aparas, toros, serrim). Em muitas partes do mundo, preferem utilizar a madeira em detrimento da serrim. No entanto, nos países industrializados, utilizam a serrim durante a fumagem dos alimentos, pois permite que a temperatura durante o processo seja baixa, permitindo assim que o produto absorva as substâncias aromáticas e conservantes (Vaz-Velho, 2003).

O fumo é produzido quando se aumenta a temperatura da madeira (aparas, toros, serrim), limitando assim o fornecimento do ar, de modo a evitar a combustão e permitir a decomposição da madeira por destilação (tabela 2). A decomposição da madeira é influenciada por vários fatores, nomeadamente, a temperatura, composição da madeira, quantidade de oxigénio e o vapor de água disponível durante a pirólise (Woods, 2003).

Tabela 2 - Mecanismo de formação do fumo adaptado de (Ahmad, 2003)

(a) Pirólise da madeira (T)	Efeitos
$\leq 170^{\circ}\text{C}$	Secagem
200°C a 260°C	Pirólise de hemiceluloses
206°C a 310°C	Pirólise de celulose
310°C a 500°C	Pirólise de linhina
(b) Reações secundárias de produtos pirolíticos	Efeito
200°C	oxidação, polimerização, condensação, pirólise

Após a decomposição de hemicelulose, formam-se uma série de ácidos carboxílicos alifáticos, furanos e seus derivados. A celulose que representa a componente principal da madeira, decompõe-se em carbonilos e seus derivados, juntamente com a água também formam os furanos. A linhina é a fração mais resistente à decomposição, dando origem aos fenóis, ésteres e aos seus derivados (Woods, 2003).

Sendo uma emulsão de gotas numa fase contínua de ar e vapores, o fumo tem na sua constituição duas fases, nomeadamente, fase gasosa ou dispersante onde se encontram os compostos mais voláteis e quase todos os componentes característicos do aroma e cor dos produtos fumados. A outra é a fase líquida ou dispersa que é composta de alcatrão, resinas, compostos fenólicos, cuja proporção varia com a temperatura da pirólise e com a concentração do fumo (Vaz-Velho, 2003).

O princípio da conservação no processo de fumagem é resultante da redução da atividade da água durante a secagem e a absorção, por parte do produto, de compostos com atividade bactericida e antioxidantes do fumo (Gomez-Guillén et al., 2008; Vaz-Velho, 2003). Segundo Debling et al., (1982), o tempo de vida útil durante a conservação é assegurado mais pela secagem e

cozimento do produto do que pelos compostos químicos do fumo produzidos durante o processo.

A técnica de fumagem dos alimentos tem sido gradualmente melhorada, e vários métodos foram desenvolvidos em diferentes regiões, para o tratamento de carne e peixes (Sikorski, 2004). Excetuando alguns países do continente asiático e africano, atualmente os consumidores e a indústria optam por um processo de fumagem pouco intenso, utilizado não pelo seu efeito conservante, mas pelas vantagens sensoriais e bactericidas (Sikorski, 2004; Vaz-Velho e Capell, 1998).

Os produtos fumados têm um grande impacto na economia dos países industrializados. No caso dos países Mediterrâneos destacam-se os enchidos e presuntos, e nos países do Norte da Europa e América com o peixe e bacon fumado. Os alimentos vulgarmente sujeitos a esse processo são carnes, peixes, mariscos e queijos. Também existem alguns produtos mais raros como, salgados e nozes com sabor a fumo (Vaz-Velho, 2003; Woods, 2003).

Entre outras vantagens, hoje em dia a fumagem é um processo que permite diversificar a oferta e aumentar o valor aos produtos, oferecendo uma opção adicional de marketing para certos peixes, cujo consumo em fresco é reduzido e constitui um ótima opção para aumentar o consumo de peixe (Gomez-Guillén et al., 2008).

### **2.6.1.1 Salga**

A salga de peixe é uma técnica antiga, aplicada com objetivo de conservação onde o sal substitui a humidade no musculo do peixe, e também é uma operação preliminar aos processo de conservação de secagem, fumagem e marinada (Vaz-Velho e Capell, 1998).

O sal é o aditivo mais utilizado na indústria alimentar. Nos dias de hoje, no processo de salga, a indústria procura melhorar qualidade e aspetos relacionados com a saúde no produto final, especialmente com evidências que comprovam que a saúde está muito relacionada com a alimentação (Fuentes et al., 2010).

## Revisão bibliográfica

O peixe pode ser salgado de diferentes formas em função do teor de gordura. Nos peixes magros utiliza-se a salga a seco, onde o peixe é descabeçado, aberto e empilhado em camadas alternadas de sal, de maneira a permitir que o exsudado escorra. A salga húmida ou salmoura é utilizada para os peixes em contraste com a carne onde a salga seca é mais utilizada. Faz-se uma imersão do peixe numa solução cuja concentração do sal é previamente definida (tabela 3). O tempo de salmoura e a concentração do sal é em função da espessura das peças a serem fumadas. Além disso, utilizam-se baixas concentrações de sal e tempo reduzido quando se pretende conferir um leve aroma ao fumo, e o contrário é utilizado para a aumentar o tempo de prateleira (Vaz-Velho e Capell, 1998).

Se se praticar a salga a seco, a textura do sal não pode ser muito fina. O sal muito fino dissolve-se rapidamente nos fluidos musculares do peixe, causando desta forma uma redução da humidade muito rápida na superfície dos tecidos, impedindo que o sal penetre no interior do músculo, ocorrendo assim a coagulação de proteínas que normalmente deveria ocorrer muito lentamente (Sikorski, 2004).

Tabela 3 - Graus brine na salmoura 18°C adaptado do (Bannerman, 1980)<sup>d</sup>

<b>Graus brine (°)</b>	<b>Peso do sal (g/l de salmoura)</b>
10	26,4
20	52,8
30	79,2
40	105,6
50	132,0
60	158,4
70	184,8
80	211,2
90	237,6
100	264,0

## **2.6.1.2 Métodos de fumagem**

### **2.6.1.2.1 Fumagem a frio**

Durante este procedimento, a temperatura no centro térmico do produto é inferior a 33°C. Nessas condições o produto não coze, a desnaturação das proteínas do músculo é feita pelo sal da salmoura e ocorre pouca perda de humidade. Embora a maior parte dos produtos fumados a frio precisem de um processamento térmico antes do consumo, o salmão é uma exceção, sendo consumido diretamente (Arvanitoyannis e Kotsanopoulos, 2012).

A temperatura usada durante fumagem a frio, não é suficiente para eliminar a carga microbiana. A ausência da *Listeria monocytogenes* não é garantida em nenhuma das etapas do processo (nem pela temperatura ou salmoura). O embalamento a vácuo é recomendado para aumentar o tempo de prateleira dos produtos fumados a frio, pois reduz a taxa de crescimento de bactérias e bolores (Vaz-Velho e Capell, 1998).

### **2.6.1.2.2 Fumagem a quente**

Na fumagem a quente o produto é exposto a uma temperatura entre 70°C a 100°C, a fim de cozer, desidratar e fumar. Neste processo a desnaturação das proteínas é feita pelo calor. O princípio deste processo consiste em submeter o produto previamente imerso em salmoura ao fumo que circula a uma velocidade e temperatura definida para o processo (Ahmad, 2003).

A taxa de deposição de composto do fumo depende de vários fatores, nomeadamente, temperatura, humidade, densidade do fumo, solubilidade de compostos voláteis específicos e a superfície do peixe. Por exemplo, o aumento da humidade e temperatura diminuem a taxa de deposição do fumo, enquanto que o aumento do fluxo e densidade do fumo têm efeitos benéficos na aparência e absorção do fumo pelo produto (Arvanitoyannis e Kotsanopoulos, 2012).

O processamento do produto no fumeiro é dividido em três fases, nomeadamente, a pré-secagem que ocorre aos 30°C, evita a ruptura da pele, de seguida aos 50°C onde decorre a fumagem e o cozimento parcial do produto e finalmente entre 80°C a 100°C o produto é totalmente cozido. O tempo total e a

proporção despendida para cada fase, depende da espécie, o calibre, o teor de gordura e o tipo de produto desejado (Bannerman, 1980).

O princípio de conservação aplicado nos produtos fumados a quente é a pasteurização. Sendo um produto pronto ao consumo, a implementação de boas práticas após o processamento é imprescindível, visto que contaminação bacteriana depois da fumagem representa um perigo biológico (Vaz-Velho e Capell, 1998).

Os peixes magros fumados a quente conservam-se melhor em relação aos peixes gordos, apesar do tempo de prateleira variar consideravelmente em função da temperatura de armazenamento, teor de sal, compostos de fumo depositados e da secagem. Conservados a -30°C, o tempo de prateleira dos produtos fumados a quente é no mínimo de 6 meses (Bannerman, 1980).

### **2.6.1.2.3 Fumagem líquida**

É tradicionalmente aplicada em carnes, peixes e aves, e também é utilizada para conferir o sabor em produtos não cárneos como queijo, tofu e alimentos para animais. Pelo seu sabor concentrado a fumo, a aplicação do fumo líquido estende-se ao uso em marinadas, molhos e salmoura. É incorporado durante o processamento de produtos de carne como, cachorro quente, salsicha, presunto, bacon, etc. (Lingbeck et al., 2014).

O fumo líquido é um condensado natural aquoso de madeira fumada cujas partículas tóxicas e cancerígenas naturalmente presentes no fumo são removidas pelo processo de filtração (figura. 3). Pode ser injetado diretamente no produto ou adicionado a salmoura com outros condimentos (Vaz-Velho e Capell, 1998; (Lingbeck et al., 2014). No entanto, não existe muita informação disponível em relação à aplicação do fumo líquido na salmoura durante o processamento de pescados (Chatzikyriakidou e Katsanidis, 2012).



Figura 3 - Fluxograma de produção de fumo líquido (Lingbeck et al., 2014)

O processamento de produtos com fumo líquido constitui uma alternativa ao método tradicional. O tratamento térmico aplicado aos produtos sujeitos ao fumo líquido pode ser a fumagem a frio ou a quente (Alcicek et al., 2010).

O uso do fumo líquido permite controlar a concentração do fumo a ser aplicada no produto. Em relação ao processo tradicional de fumagem, reduz o tempo de processamento e elimina a presença de compostos tóxicos do fumo. A espalhabilidade dos compostos do fumo no produto é mais uniforme, é de baixo custo, fácil de aplicar e amigo do ambiente (Lingbeck et al., 2014).

### 2.6.2 Embalamento em atmosfera modificada (EAM)

Após captura estima-se que 10 % do total do pescado é desperdiçado por perda de qualidade causada por contaminação microbiológica. O aumento da procura de peixe pelos consumidores, resulta num aumento de cadeias de transporte de longo percurso e como consequência o aumento do manuseamento dos produtos que tem um efeito adverso sobre a qualidade do peixe (Alfaro et al., 2013).

A necessidade de garantir a qualidade dos produtos criou na indústria alimentar a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias que pudessem garantir o aumento do tempo de prateleira dos produtos (Alfaro et al., 2013). A conservação em atmosfera modificada, quer de carnes, quer de pescado,

continua a ser um dos melhores métodos para aumentar o tempo de prateleira e permitir a distribuição e venda de um produto consistente e de baixo custo (Cooksey, 2014). Este método é considerado revolucionário pois permite a comercialização de alimentos frescos, nutritivos, sem adição de aditivos ou conservantes (Shayanfar, 2014).

O princípio de EAM consiste em substituir o ar dentro da embalagem por uma mistura de gases previamente definida. Uma vez introduzida a nova atmosfera, não é realizado mais nenhum controlo sobre a sua composição, sendo natural que esta varie um pouco ao longo do tempo de armazenamento (Sivertsvik et al., 2002). O efeito da atmosfera modificada depende de vários fatores, nomeadamente, da concentração dos gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  disponível na embalagem, a qualidade da matéria prima e da temperatura de armazenamento do produto (Babic et al., 2014).



Figura 4 - Fatores que influenciam no tempo de prateleira no EAM adaptado do (Singh et al., 2011).

São utilizados diversos gases no EAM dependendo da natureza do produto. No entanto, os gases dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), oxigénio ( $\text{O}_2$ ) e azoto ( $\text{N}_2$ ) ou suas misturas são os mais utilizados. (Babic et al., 2014). No EAM também são utilizados raramente gases como monóxido de carbono para manter a cor vermelha da carne, o hélio, o óxido de etileno, óxido nitroso, ozono, néon, árgon,

óxido de propileno e vapor de etanol (usados para produtos de padaria), (Singh et al., 2011).

Devido ao efeito bacteriostático e fungistático, o CO<sub>2</sub> é considerado o gás mais importante na conservação dos alimentos em atmosfera modificada. O CO<sub>2</sub> é solúvel em água e lípidos. Em produtos com elevado teor humidade e/ou lípidos, como peixes, aves ou carnes, pode-se assistir ao colapso das embalagens e redução de pH por dissolução do CO<sub>2</sub> na superfície do produto. Em elevadas concentrações (> 60%) pode provocar alterações organolépticas e de textura (Singh et al., 2011; Soccol e Oetterer, 2003)

Os mecanismos de ação do CO<sub>2</sub> sobre os microrganismos são complexos, sendo os mais importantes a alteração da função da membrana celular, transporte de nutrientes, inibição direta de algumas enzimas ou simplesmente a diminuição da sua atividade. O CO<sub>2</sub> é consumido pelas bactérias provocando alterações de pH e das propriedades físico-químicas das proteínas no meio intracelular (Sivertsvik et al., 2002).

O O<sub>2</sub> é muito solúvel em água e é absorvido rapidamente pela humidade dos alimentos refrigerados. Estimula o crescimento de bactérias aeróbicas e inibe as bactérias anaeróbicas estritas. A redução do nível de O<sub>2</sub> em EAM, aumenta o tempo de prateleira do produto, reduzindo as taxas de oxidação metabólica e química. A desvantagem é que causa a oxidação dos ácidos gordos polinsaturados causando o ranço e eventual deterioração (Singh et al., 2011).

O uso de O<sub>2</sub> no EAM no armazenamento de peixes tem sido evitado por causar o ranço oxidativo nos peixes com elevado teor de gordura. Por favorecer a formação de aldeídos de baixo peso molecular, cetonas, álcool e ácidos carboxílicos. (Soccol e Oetterer, 2003).

O N<sub>2</sub> é fisiologicamente inerte e sem sabor nem cheiro, é utilizado no EAM como gás de enchimento e para substituir outros gases mais reativos, retarda o ranço oxidativo e inibe o crescimento de bactérias aeróbicas, por substituição do oxigénio na embalagem. Por outro lado, pela sua baixa solubilidade em água e lípidos, faz com que esse gás seja utilizado para prevenir a possibilidade das

embalagens sofrerem colapso por solubilização de CO<sub>2</sub> (Kostaki et al., 2009; Soccol e Oetterer, 2003).

O rácio (G / P) entre o volume de gás (G) e volume do alimento (P) deve ser 2:1 ou 3:1 (volume de gás de duas ou três vezes superior ao volume do alimento). Esta relação é necessária para se obter o efeito conservante da atmosfera e prevenir o efeito do colapso das embalagens após a solubilização do CO<sub>2</sub> (Sivertsvik et al., 2002).

A atmosfera no EAM é dinâmica, as mudanças ocorrem principalmente devido ao metabolismo dos alimentos vivos (como é o caso dos vegetais frescos), respiração microbiana, solubilidade do gás e a permeabilidade do material de embalagem. O metabolismo dos alimentos e o metabolismo microbiano são responsáveis pelo consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub>. No entanto o consumo do O<sub>2</sub> causado pelos microrganismos não é tido em conta no projeto EAM visto que o efeito só é significativo quando a deterioração for evidente (Singh et al., 2011).

As embalagens plásticas flexíveis constituem 90% do material utilizado no EAM. Esse material proporciona uma gama de permeabilidade ao vapor de água e gases sem que a integridade do EAM seja comprometida. Os filmes mais utilizados no EAM são: polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), etileno vinil álcool (EVOH), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC) e cloreto de polivinilideno (PVDC) (Mangaraj et al., 2009).

O filme adequado para o embalamento em atmosfera modificada deve ser escolhido em função da natureza do produto que será embalado. Os alimentos que requerem exclusão de gases como O<sub>2</sub> e/ou alta retenção de gases como CO<sub>2</sub>, devem ter permeabilidade muito baixa a esses gases. Por outro lado, os produtos frescos requerem certa quantidade de O<sub>2</sub> para manter as atividades fisiológicas como respiração e amadurecimento, necessitando de embalagens mais porosas (Ooraikul, 2003).

As misturas de gases assim com a rácio G/P utilizado no EAM de pescado são em função da espécie do pescado. Em filetes de peixes magros, 40% CO<sub>2</sub> permite aumentar significativamente a tempo de prateleira em armazenamento.

## Revisão bibliográfica

Enquanto que nos peixes gordos e ou fumados, 60% de CO<sub>2</sub> permite obter os melhores resultados. Em peixes brancos a mistura de gases utilizada pode ter proporções iguais de O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>, sendo que em peixes gordos se exclui o O<sub>2</sub> para retardar a oxidação dos lípidos (SFIA, 1885). A composição da AM com 60% CO<sub>2</sub> foi eficaz para reduzir a acumulação de amins biogénicas e inibir a produção de histamina, tiramina e espermidina em cavala (*Indian mackerel*) (Yew et al., 2014).

O EAM ajuda a aumentar o tempo de prateleira dos produtos apenas quando utilizado em combinação com baixas temperaturas. Se o alimento em AM for submetido a temperaturas altas, o impacto sobre o método de conservação é negativo fazendo com que as embalagens em refrigeração com ar sejam mais eficazes que o EAM (Sivertsvik et al., 2002).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo encontram-se descritos as matérias-primas, os materiais e métodos utilizados na avaliação do tempo de vida dos filetes de carapau fumado, assim como a descrição do processo de fumagem a quente utilizado neste trabalho e a preparação de patés de carapau fumado.

Na caracterização dos filetes de carapau fumados, foram utilizados parâmetros físico-químicos, microbiológicos, textura e sensoriais. O estudo decorreu durante 45 dias em três condições de conservação: atmosfera modificada, refrigeração e congelação.

#### 3.1 Matéria-prima

O pescado utilizado carapau, espécie *Trachurus trachurus* de calibre I (peso  $\geq$  0,6kg e tamanho mínimo de 15 cm) e IV (peso =0,08 a 0,2Kg e tamanho mínimo 15 cm) segundo o REG nº 2406 -96, foi fornecido pela empresa Docapesca-Portos e Lotas S.A<sup>1</sup>. O pescado utilizado em todos os ensaios foi resultante de primeira venda de pescado e capturado durante o inverno, apresentava-se com bom aspeto, cheiro característico, uniformes e sem defeitos. O pescado foi transportado até ao laboratório da ESTG em caixas e cobertos de gelo. Após a receção no laboratório, o pescado foi eviscerado de imediato, lavado e armazenado a temperatura de congelação (-18°C) utilizando um abatedor de temperatura.



Figura 5 - Carapau fresco utilizado durante os ensaios

<sup>1</sup> A Docapesca – Portos e Lotas, SA é uma empresa do Setor Empresarial do Estado, tutelada pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, que, nos termos do Decreto-Lei n.º 107/90 de 27 de março, tem a seu cargo no continente português, o serviço público da prestação de serviços de Primeira Venda de Pescado, bem como o apoio ao Setor da Pesca e respetivos portos.

### 3.2 Amostragens

Para realização do estudo, foi definido o tempo de armazenamento de 45 dias nos três métodos de conservação (refrigeração, atmosfera modificada refrigerada e congelação). Ao longo do tempo foram analisados parâmetros físicos-químicos, microbiológicos, de textura e sensoriais segundo os dias indicados na tabela 4. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicado com exceção da determinação do azoto básico volátil total que foi realizado em duplicado.

Tabela 4 Amostragens realizadas ao longo do tempo nos diferentes métodos de conservação.

Parâmetros	Dias de armazenamento					
	0 <sup>*</sup>	8 <sup>*</sup>	15	21 <sup>*</sup>	30	45 <sup>*</sup>
Proteínas	✓	x	✓	x	✓	✓
Gorduras	✓	x	✓	x	✓	✓
Cloretos	✓	x	✓	x	✓	✓
Azoto básico volátil total	✓	✓	✓	x	✓	✓
Humidade	✓	✓	✓	x	✓	✓
Cinzas	✓	✓	✓	x	✓	✓
pH	✓	✓	✓	x	✓	✓
Atividade da água (a <sub>w</sub> )	✓	✓	✓	x	✓	✓
Análise microbiológica	✓	✓	x	✓	x	✓
Análise de textura	✓	✓	✓	x	✓	✓
Análise sensorial	✓	✓	✓	x	✓	✓

Nota: ✓ - realizado; x - não realizado; \* Dias em que também se realizam amostragens microbiológicas

### 3.3 Processo de fumagem

A primeira fase do estudo, consistiu em otimizar o processo de fumagem do carapau. Durante esse processo foram utilizadas algumas variáveis como, o tempo de salmoura, secagem e tipo de fumagem, a fim de permitir de uma forma geral definir o processo de fumagem para a espécie em estudo. Na seção de

## Materiais e métodos

resultados, no ponto 4.1 encontram-se descritos todas as condições utilizadas durante o processo de otimização.

Após a otimização do processo de fumagem, os filetes de carapau foram fumados de acordo com o fluxograma apresentado na figura 11. Realizou-se a filetagem após o descongelamento do pescado, onde foram removidas as espinhas sem remoção da pele. De seguida, os filetes foram imergidos em salmoura (21% de sal) durante 10 minutos, ao que se seguiu a secagem em refrigeração durante 48h.

A fumagem decorreu num fumeiro horizontal AFOS MK (ENGLAND), com sistema de ventilação e exaustão que permitiu a circulação do fumo durante todo o processo.



Figura 6 - Fumeiro horizontal utilizando durante os ensaios

Os filetes foram colocados no fumeiro sobre uma rede com pele voltada para baixo (figura 8) e o músculo exposto ao ambiente do fumeiro. A temperatura do centro térmico manteve-se a 70°C durante 3h, no final submeteu-se o produto a um choque térmico à 90°C durante aproximadamente 10 minutos (figura 9). Seguidamente, os filetes fumados foram refrigerados e congelados num abatedor de temperatura e procedeu-se ao embalamento e armazenamento em refrigeração normal, em atmosfera modificada (60%CO<sub>2</sub> e 40% N<sub>2</sub>) (figura 10). e congelação.

## Materiais e métodos



Figura 7 - Carapau eviscerado

Processo de evisceração manual. Foi efetuada uma abertura na região frontal para remoção das esvisceras.



Figura 8 - Secagem de filetes de carapau

Os filetes durante a secagem foram colocados em redes, de maneira a permitir que o exsudado seja removido.



Figura 9 - Filetes de carapau fumado

A posição dos filetes no fumeiro permite uniformizar a cor e libertada a gordura.



Figura 10 - Filetes fumados no EAM

Foram embalados 2 filetes em cada cuvete para o armazenamento em AM

## Materiais e métodos

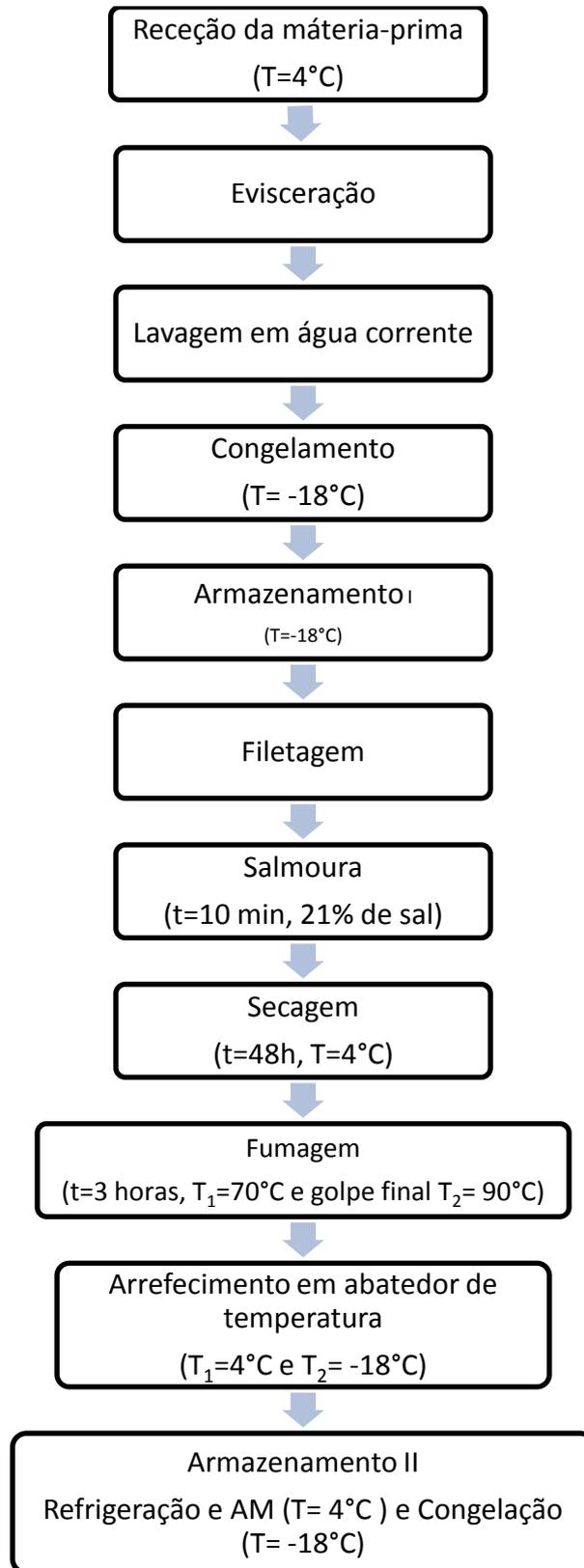


Figura 11 - Fluxograma do processo de fumagem a quente da espécie *Trachurus trachurus*

### 3.4 Material de embalagem

As embalagens utilizadas no armazenamento em atmosfera modificada e refrigeração eram compostas por uma camada exterior de poliestireno expandido (EPS), uma camada intermédia de poliestireno de alto impacto (HIPS) e uma camada interior de polietileno (PE) (apêndice B.1). As embalagens foram seladas com o filme de alta barreira OPEX 55AB, composta de uma folha de PA/EVOH (Barrier) PE (apêndice B.1.1). A espessura do filme era 55 $\mu$ m. Para a conservação do produto em refrigeração com ar e congelação, utilizou-se o SACO WICKET PEO1 composto de polietileno (PE) (apêndice B.1.2).

### 3.5 Embalamento e composição da atmosfera

Foram embalados dois filetes fumados em cada cuvete. Na conservação em atmosfera modificada, a proporção média de gás por produto (G/P) foi de 3:1. A mistura dos gases foi preparada automaticamente no misturador PBI DANSENSOR MAP MIX8000 EL e o respetivo embalamento no mesmo, remove o ar presente no interior da embalagem mantendo uma percentagem residual do O<sub>2</sub> e introduz-se a mistura seleccionada. Foi utilizado um analisador de gás CHEKMATE II (PBI DANSENSOR, RINGSTED DINAMARCA) a cada amostragem.



Figura 12 - Analisador do gás Chekmate II utilizado durante o estudo

A selagem foi efetuada numa termoseladora OCEANIA JOLLY 20, YANG SRL (ITÁLIA) à temperatura de 130°C. A mistura seleccionada para a atmosfera modificada neste estudo foi 60%CO<sub>2</sub> e 40%N<sub>2</sub>.



Figura 13 - Termoseladora Oceania Jolly 20 utilizada durante o ensaio

### **3.6 Preparação de patés de carapau fumado**

Com objetivo de fazer um aproveitamento integral da espécie, após a produção de filetes de carapau, foram desenvolvidos alguns ensaios para obtenção da formulação de pastas de carapau fumado. Para tal, os excedentes do peixe fumado foram triturados num moinho de facas para misturar e homogeneizar a matéria prima. De seguida os restantes ingredientes e aditivos foram adicionados num moinho helicoidal para obtenção de uma pasta muito fina segundo a figura 14, de acordo com a percentagem proposta na tabela 7. O paté homogeneizado foi colocada em frascos de vidro de 100g de capacidade e esterilizada durante 15 minutos a 121°C. Durante o desenvolvimento do ensaio, com objetivo de otimizar a formulação foram efetuadas provas de análises sensoriais o painel constituído de elementos envolvidos na formulação do paté, as observações relevantes encontram-se na tabela 7.

## Materiais e métodos

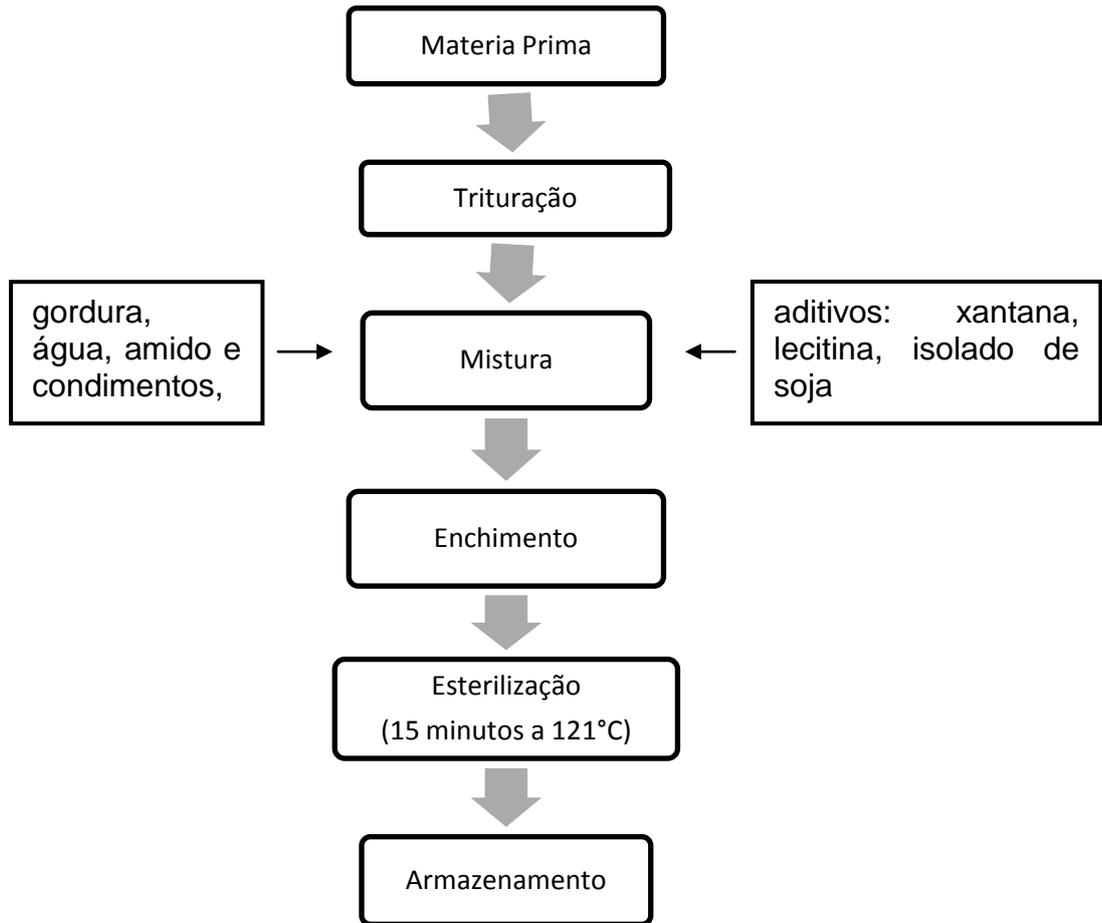


Figura 14 - Fluxograma do processo de produção de patês de carapau fumado

### 3.7 Parâmetros físico-químicos:

#### 3.7.1 Determinação do teor de proteínas

O teor de proteína foi determinado de acordo com o método descrito na NP 4488: 2009. A determinação compreende três fases, nomeadamente, a digestão, a destilação e titulação. Os resultados expressos em percentagem do teor de proteínas em 0,6g de produto.

#### 3.7.2 Determinação do teor de gordura

O teor de gordura foi determinado de acordo com o método descrito na NP 1974: 1992. A determinação compreende diferentes fases, a digestão, a filtração, extração, evaporação, secagem e pesagem. Os resultados são expressos em percentagem de gordura por 3 g de produto.

### 3.7.3 Determinação do teor de cloretos

O teor de cloretos foi determinado de acordo com o método descrito na NP 2929: 1988. A determinação compreende 2 fases nomeadamente, a digestão e titulação. Os resultados são expressos em percentagem do teor de cloreto de sódio em 1g de produto.

### 3.7.4 Determinação do teor de humidade

O teor de humidade foi determinado de acordo com o método descrito na NP 2282: 1991. Os resultados foram expressos em percentagem de humidade em 10g de produto.

### 3.7.5 Determinação do teor de cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com o método descrito na NP 2032: 1988. Os resultados foram expressos em percentagem de teor de cinzas em 5g de produto.

### 3.7.6 Determinação do pH

A determinação do pH foi efetuada pelo método potenciométrico, utilizou-se o potenciómetro para sólidos da marca HANNA HI99163. O procedimento consistiu em colocar o eléctrodo de penetração FC232 nas amostras à temperatura ambiente e após estabilização registou-se o pH e a temperatura. Antes de cada medição, o medidor de pH foi sempre calibrado com soluções tampão de pH=4 e 7, à temperatura ambiente.



Figura 15 - Medidor de pH utilizado na medição de pH

### 3.7.7 Determinação da atividade da água ( $a_w$ )

Para a determinação da  $a_w$  utilizou-se o medidor portátil da atividade da água da marca DECAGON Pawkit. O procedimento experimental consistiu em colocar a massa do filete triturado, numa cápsula e acoplar ao kit portátil. Após a estabilização dos valores, efetuou-se o registou da  $a_w$ .



Figura 16 - Medidor de  $a_w$  utilizado na medição de atividade de água

### 3.7.8 Determinação do azoto básico volátil total (ABVT)

A determinação do ABVT foi realizada em duplicado em cada amostragem no laboratório de Química (IDEALQ)<sup>2</sup> do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

#### 3.7.8.1 Preparação da amostra

Para otimização do tempo, as análises do ABVT foram efetuadas no final do ensaio. Para tal, foram armazenadas em vácuo a  $-80^{\circ}\text{C}$  25g de filete de carapau fumado triturado em cada amostragem, até ao dia em que foram realizadas as determinações.

#### 3.7.8.2 Determinação do ABVT

Neste estudo, o ABVT foi determinado pelo método de destilação descrito por (Pantaleon, J. 1969). O processo consistiu em colocar no balão de plano fundo aproximadamente 25 g da amostra, e adicionar 100ml de água desionizada, 1ml de fenocianato de potássio a 30%, 1ml de acetato de zinco a 30%, 5 gotas de fenolftaleína, 20ml de carbonato de lítio e 2 gotas de

<sup>2</sup> O IDEALQ – Investigação, Desenvolvimento e Análises em Laboratórios de Químicas, é uma unidade integrada na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Os procedimentos técnicos utilizados pelo Laboratório seguem métodos normalizados, que incluem elementos de validação do método e dos resultados analíticos.

antiespumante. De seguida, procedeu-se à destilação durante 10 minutos. O destilado foi recuperado num erlenmeyer contendo 20ml de água desionizada, 5 gotas de alizarina a 0,5% e 1 gota de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,1N. Posteriormente, realizou-se a titulação com o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,1 N que tinha sido previamente padronizado com o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 0,05N.

### 3.7.8.3 Resultado

Para o cálculo do ABVT foi utilizada a fórmula que se segue com os resultados expressos em mg de azoto/100g de amostra.

$$\text{mg NH}_4/100\text{g de amostra} = \frac{NH_2SO_4 \times V \times H_2SO_4 \times MM \times NH_3}{m(\text{amostra})} \times 100$$

Onde:

N = normalidade

V = volume (ml)

MM = massa molar (g/mol)

m = massa (g)

## 3.8 Análises microbiológicas

As análises de microbiológicas foram efetuadas no laboratório de Unidade de microbiologia aplicada (UMA)<sup>3</sup>, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Realizaram-se as contagens em triplicado dos seguintes parâmetros: microrganismos a 30°C, *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Listeria monocytogenes*, Estafilococos coagulase (+) e em duplicado para os Esporos sulfitos redutores

Os parâmetros de contagem para *Listeria monocytogenes* foram seleccionados de acordo com REG (CE) N° 2073: 2005, e os restantes de acordo com (HPA, 2009)

---

<sup>3</sup> A **Unidade de Microbiologia Aplicada**, laboratório de ensaios acreditado segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025, com certificado número L0359 emitido pelo IPAC, estrutura integrante da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Assume como atividade principal a prestação de serviços para o controlo de qualidade de águas e alimentos, ar ambiente e indicadores de higiene.

### 3.8.1 Preparação do meio de cultura

Os meios de cultura foram preparados de acordo com as indicações dos fabricantes e esterilizados a 121°C durante 15 minutos em autoclave.

### 3.8.2 Preparação das amostras

Foram retiradas aleatoriamente sob condições de assepsia 30g de filetes com pele em cada amostragem e colocados em sacos estéreis. Para a preparação da solução mãe, adicionou-se aos 25g da amostra o diluente APT (Agar Peptonada Tamponada) para perfazer a diluição final de 1:10, homogeneizou-se num agitador SEWARD, Stomacher 400.

### 3.8.3 Contagem de Microrganismo a 30°C

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na ISO 4833-1:2013. Foram semeadas 1ml de suspensão mãe em placas de Petri estéreis e adicionou-se 15ml de Plate count agar (PCA), deixou-se solidificar à temperatura ambiente. Após a solidificação, incubou-se a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 72h numa estufa. Os resultados foram expressos segundo o procedimento descrito na ISO 7218:2007/Amd.1: 2013.

### 3.8.4 Contagem de *Enterobacteriaceae*

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na ISO 21528-2:2004. Foram inoculados 1ml em aproximadamente 10 ml de Violet red bile glucose (VRBG), deixou-se solidificar à temperatura ambiente e colocou-se 15ml de VRBG em overlay e incubou-se a  $37^\circ\text{C}$  durante  $24 \pm 2\text{h}$  numa estufa. Os resultados foram expressos segundo o procedimento descrito ISO 7218/Amd.1.

### 3.8.5 Contagem de *Escherichia coli* (*E. coli*)

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na ISO 16649-2: 2001. Foram inoculados 1ml da suspensão mãe em aproximadamente 15 ml de Tryptone-bile-glucuronic medium (TBX), deixou-se solidificar à temperatura ambiente e incubou-se a  $44 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 24h numa estufa. Os resultados foram expressos segundo o procedimento descrito ISO 7218:2007/Amd.1: 2013.

### **3.8.6 Contagem de *Listeria monocytogenes***

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na ISO 11290-2: 1998/Amd 1: 2004. Foram inoculados em superfície 1h após homogeneização 1ml da solução mãe em aproximadamente 30ml de Agar Listeria acc. to Ottaviani & Agosti (ALOA). Fez-se o espalhamento e de seguida incubou-se a 37°C durante 48h numa estufa. Os resultados foram expressos segundo o procedimento descrito ISO 7218:2007/Amd.1: 2013.

### **3.8.7 Contagem de Estafilococos coagulase (+)**

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na ISO 6888-1: 1999. Foram inoculados em superfície 1ml da solução mãe em aproximadamente 30ml de Agar Baird-Parker (BPA). Fez-se o espalhamento e de seguida incubou-se a 37°C durante 48h numa estufa. Os resultados foram expressos segundo o procedimento descrito ISO 7218:2007/Amd.1: 2013.

### **3.8.8 Contagem de esporos sulfito redutores**

Efetuuou-se a contagem segundo a metodologia descrita na NP 2262: 1986. Aqueceu-se 10ml da solução mãe a 80°C durante 10 minutos e de seguida incorporou-se aproximadamente 10 ml de TSC (Perfrings Agar Base) em concentração dupla e sem suplemento em tubo roscado. Posteriormente incubou-se a 37±1°C durante 120 horas numa estufa.

## **3.9 Análise do perfil de textura**

Para a análise da textura utilizou-se um texturómetro TA TX2i Plus Stable Micro Systems (Goldaming, England) com uma célula de carga de 25kg. O teste consistiu na compressão da amostra por uma sonda cilíndrica de 10mm de diâmetro P/10, da marca Stable Micro Systems. A velocidade de penetração durante o teste era de 1mm/s até atingir uma penetração máxima de 5mm com força mínima de 0,981N.



Figura 17 - Avaliação da textura no filete de carapau fumado

Para cada análise, colocou-se o filete fumado com a parte da pele virada para baixo e a região caudal virada para a esquerda como mostra a figura 17. Procedeu-se a análise do perfil da textura (TPA) de acordo com o programa Texture Expert 1.11 (Stable Micro Systems). Foram efetuados 8 determinações na zona superior de cada amostra, cada medição traça um gráfico Força vs Tempo semelhante ao da figura 18. Os parâmetros analisados foram a dureza, adesividade, coesividade e gomosidade.

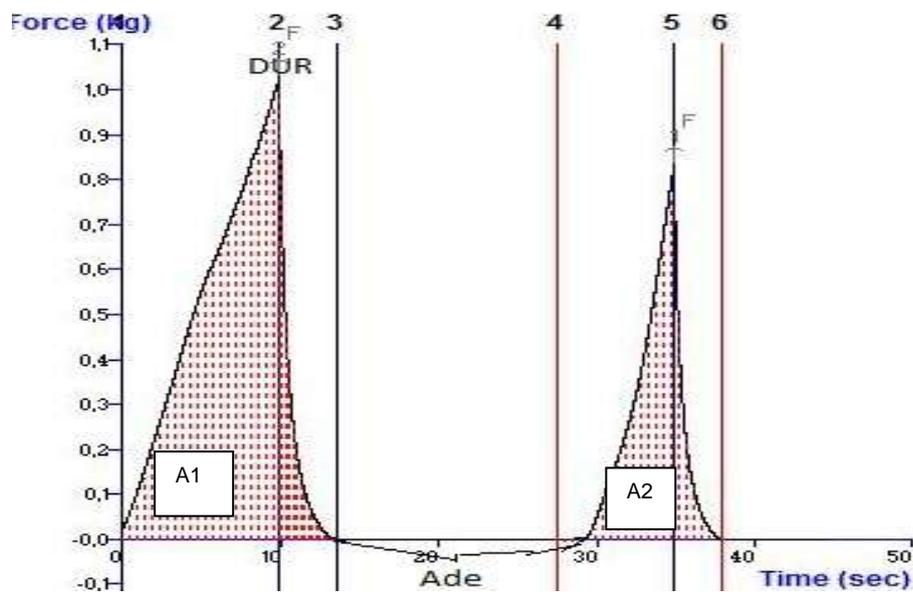


Figura 18 - Representação gráfica da análise do perfil de textura (TPA)

### 3.9.1 Dureza

Esse parâmetro representa a força máxima registada na compressão do produto.(ponto "DUR" representado na (figura 18), é expressa em Newtons (N).

### 3.9.2 Adesividade

Esse parâmetro representa o trabalho necessário para vencer as forças de tração entre a superfície do alimento e as superfícies com as quais este entra em contacto (área negativa "Ade" representado na (figura 18), é expressa em N.s (Newtons em segundo).

### 3.9.3 Coesividade

Esse parâmetro é definido pela força das ligações internas que definem a estrutura do alimento. Relação entre  $A2/A1$  representado na (figura 18) é adimensional.

### 3.9.4 Gomosidade

Esse parâmetro representa a energia requerida para mastigar um semi-sólido. é o resultado da dureza multiplicada pela coesividade, expressa em Newtons (N).

## 3.10 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial da Escola de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo. O painel foi constituído por aproximadamente 10 provadores. Em cada sessão de prova foram apresentados ao painel de provadores três amostras de filete de carapau fumado de cada uma das condições de conservação, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

O objetivo da análise sensorial realizada era de avaliar o produto a nível de presença de defeitos ao longo do tempo de armazenamento, uma vez que se trata de um produto novo no mercado bem como para os provadores. Foi pedido ao painel, que avaliasse no produto a existência ou não de defeitos, de acordo com os atributos indicados na ficha de prova (apêndice B.2).

A ficha de prova fornecida era constituída dos seguintes atributos: aspeto geral, textura, aroma e sabor, numa escala de intensidade de 5 pontos. Sendo 1 a

3 indicava a presença de defeitos, a severidade do defeito era crescente, sendo que, 3= defeito ligeiro e 1= defeito grave, 4 a 5 indicava que não havia defeitos a considerar.

Em cada sessão de prova foi entregue a cada provador as amostras codificadas aleatoriamente com a respetiva ficha de prova, na qual avaliaram presença ou não de defeitos para os atributos selecionados.

Para além das provas efetuados pelo painel, foi também realizado um teste de consumidores do carapau fumado, a fim de verificar a aceitabilidade do produto. Durante o teste, forneceu-se aos 68 consumidores uma amostra de filete de carapau e uma ficha de prova constituída por uma escala hedónica de 9 pontos ( apêndice B.2.1). O estudo decorreu na cantina da Escola de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo, durante o período de refeição normal aos consumidores habituais da cantina.

### **3.11 Análise estatística**

Em todos os resultados físico-químicos , textura e análise sensorial, determinou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, para proceder a uma análise geral dos dados. Para os parâmetros físico-químicos, sensoriais e textura, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para detetar eventuais diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as amostras ao longo do período de armazenamento. Para identificar as diferenças observadas entre as amostras nos diferentes parâmetros foi realizado o teste t de *Tukey*.

Foram utilizadas duas análises multivariadas: a análise de componentes principais e a análise de correlações canónicas, para o estudo de aspetos analíticos comparando vários conjuntos de variáveis, utilizando o software StatSoft, Inc. (2004) (Barbosa et al.,2011), ao longo do período de armazenamento de 45 dias.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos durante o desenvolvimento do estudo de valorização de produtos de pesca. O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver produtos inovadores (filetes e paté) que permitissem valorizar a espécie *Trachurus trachurus*. Para tal otimizou-se um processo de fumagem com objetivo de valorizar a espécie a nível sensorial (cor e sabor) e diversificar a oferta de produtos de pescado.

Ao longo deste trabalho foi feita uma caracterização físico-química dos filetes e determinação do tempo de prateleira. Para tal, foram realizadas análises microbiológicas e sensoriais nos filetes de carapau conservados em diferentes métodos de conservação: refrigeração, atmosfera modificada e congelação.

Os resultados obtidos ao longo do estudo serão apresentados em três secções: i: otimização do processo de fumagem e formulação de paté de carapau fumado; ii: apresentação e discussão dos resultados da caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e textura; iii: análise multivariadas nos diferentes métodos de conservação e ao longo do tempo.

Segundo o descrito no ponto 3.2, o tempo de amostragem definido para o estudo de prateleira foi de 45 dias nos três métodos de conservação. No entanto, aos 30 dias de armazenamento, constatou-se a presença do bolores na superfície dos filetes conservados sob refrigeração. Assim sendo, não serão apresentados os resultados obtidos após 30 dias de armazenamento utilizando este método de conservação.

### 4.1 Otimização do processo de fumagem

Numa primeira fase do estudo, o trabalho consistiu em otimizar o processo de fumagem do carapau. Durante esse processo definiram-se algumas variáveis como o tempo de salmoura, tempo de secagem e tipo de fumagem a aplicar ao produto, a fim de permitir de uma forma geral o desenvolvimento do processo de fumagem. Para tal, a matéria-prima utilizada foi o carapau de calibre I e IV do

## Resultados e discussão

REG (CE) N° 2406/96, os resultados obtidos durante os ensaios estão resumidos na tabela 5.

Tabela 5 - Variáveis definidas durante a otimização do processo de fumagem

Calibre	Ensaio	Tempo de Salmoura (21%)	Tempo de Secagem (4°C)	Tipo Fumagem	Observação
IV	1	3h	24h	Frio	Pouco cheiro a fumo e salgado
		2h	24h	Frio	Pouco cheiro a fumo e salgado
	2	2h	24h	Frio	Pouco cheiro a fumo e salgado
		1h	24	Frio	Pouco cheiro a fumo e salgado
	3	30 min	48h	Quente	Moderadamente agradável (Teste de consumidores)
I	4	10 min	48h	Quente	Sem defeito a nível de sal e com cheiro suave a fumo
		5 min	48h	Quente	

Nota: Fumagem a frio: 3h(2h a 30°C e 1 h a 50°C); Fumagem a quente: 3h(3h a 70°C e com golpe final a 90°C).

Após fumagem verificou-se que o carapau submetido aos ensaios 1 e 2 não apresentavam os resultados desejáveis nos atributos cheiro a fumo e sabor a sal. Também se constatou em algumas amostras analisadas, que o peixe estava cru e sem maturação (figura 19).



Figura 19 - Carapau fumado a frio

## Resultados e discussão

De forma a melhorar as características sensoriais do produto, nomeadamente textura, cheiro e sabor, foi posteriormente realizado o ensaio 3, onde se reduziu o tempo de salmoura para 30 minutos e se aumentou o tempo de secagem para 48 h. Para melhorar a consistência do filete e aspeto geral do produto após a fumagem (ensaio 1 e 2), a fumagem a frio foi substituída pela fumagem a quente que permite desidratar, fumar e cozer (coagulação das proteínas) o pescado durante o processo (Vaz-Velho M. e Capell C. 1998;FAO, 2011; J I Ahmad, 2003).



Figura 20 - Fumagem a quente do carapau calibre IV

Após o ensaio 3 realizou-se uma análise de consumidores (N=39) aproveitando a realização das III Jornadas em Ciência e Tecnologia Alimentar, na ESTG. A ficha de prova fornecida aos consumidores tinha uma escala hedónica com 9 pontos (ver apêndice B.2.1).

Na figura 21 estão apresentados os resultados obtidos, referentes a análise sensorial dos filetes de carapau fumado de calibre IV após a prova dos consumidores.

## Resultados e discussão

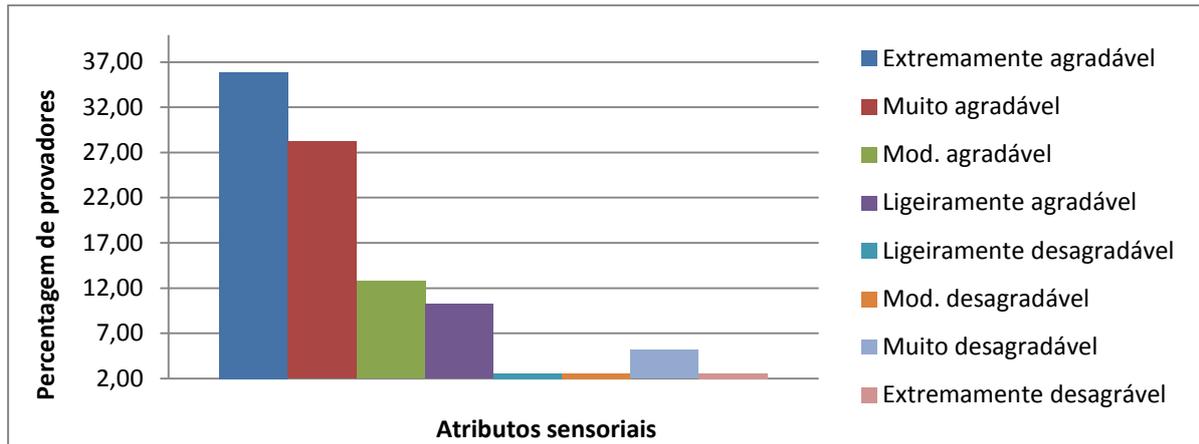


Figura 21 - Teste de aceitabilidade de carapau fumado calibre IV (n=39)

Numa escala hedónica de 9 pontos, 87% de consumidores classificaram positivamente o produto avaliando entre extremamente agradável a ligeiramente agradável. De acordo com as condições definidas neste ensaio, foi definido o tempo de salmoura, secagem e o tipo de fumagem utilizado durante no processamento de carapau de calibre IV.

Na figura 22 estão apresentados os resultados do teste de aceitabilidade dos filetes de carapau fumado de calibre IV, após a prova de consumidores.

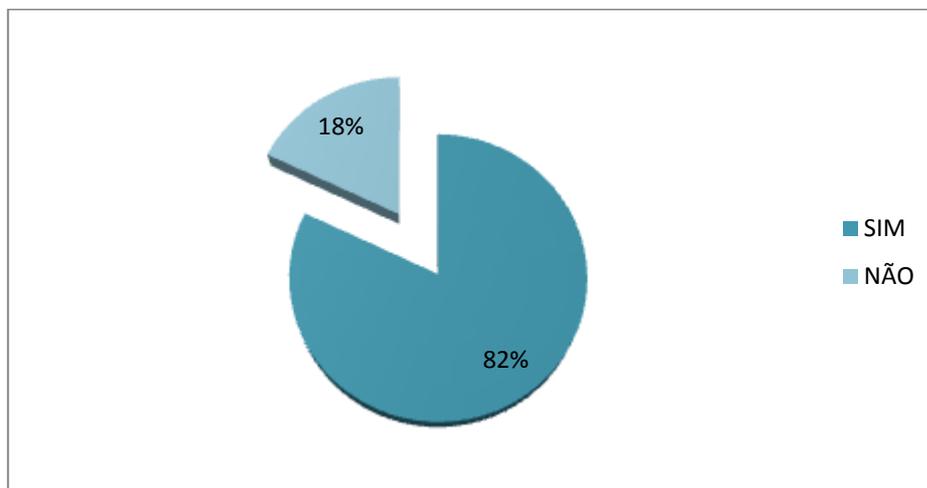


Figura 22 - Teste de mercado à predisposição para a compra (n=39)

O teste da aceitabilidade foi positivo, visto que 82% dos consumidores reponderam sim à compra deste produto se estivesse disponível mercado. Este resultado está de acordo com o obtido na prova de consumidores anterior.

## Resultados e discussão

Na figura 23 estão apresentados os resultados do teste de mercado dos filetes de carapau fumado de calibre IV, após a prova de consumidores.

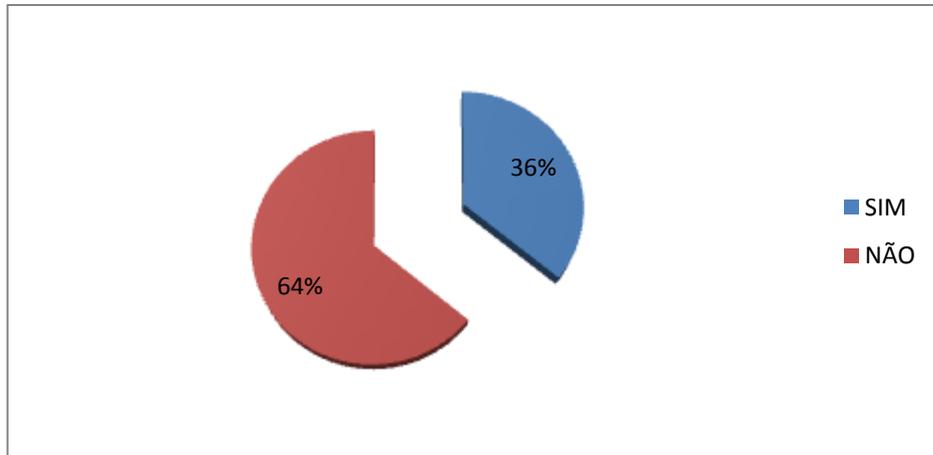


Figura 23- Teste de mercado sobre a frequência do consumo (n=39)

O resultado obtido após este teste, reflete a situação observada no mercado em relação a este produto, visto que não existe disponível nas superfícies comerciais. Esse facto pode ser uma das razões que apontam para que 64% dos consumidores nunca antes tenham provado filete de carapau fumado.

No seguimento da otimização do processo de fumagem, foi realizado o ensaio 4 com o carapau de calibre I. Utilizaram-se as mesmas condições de secagem e fumagem definidas no ensaio 3, com exceção do tempo de salmoura que foi reduzido, uma vez que durante o ensaio 4 o pescado foi fumado após filetagem.



Figura 24 - Fumagem de filetes de carapau calibre

## Resultados e discussão

De forma a avaliar sensorialmente o produto obtido do ensaio 4, foi realizada uma análise sensorial utilizando um painel de 6 provadores. Foram entregues a cada provador 2 amostras codificadas e as respectivas fichas de prova utilizando uma escala de 5 pontos (ver apêndice B.2.1). Após avaliação pelo painel, verificou-se a ausência de defeitos nos atributos cheiro a fumo, sabor salgado e consistência do filete.

Na figura 25 estão apresentados os resultados obtidos referentes à análise sensorial dos filetes de carapau fumado de calibre I, por um painel de provadores (n=6).

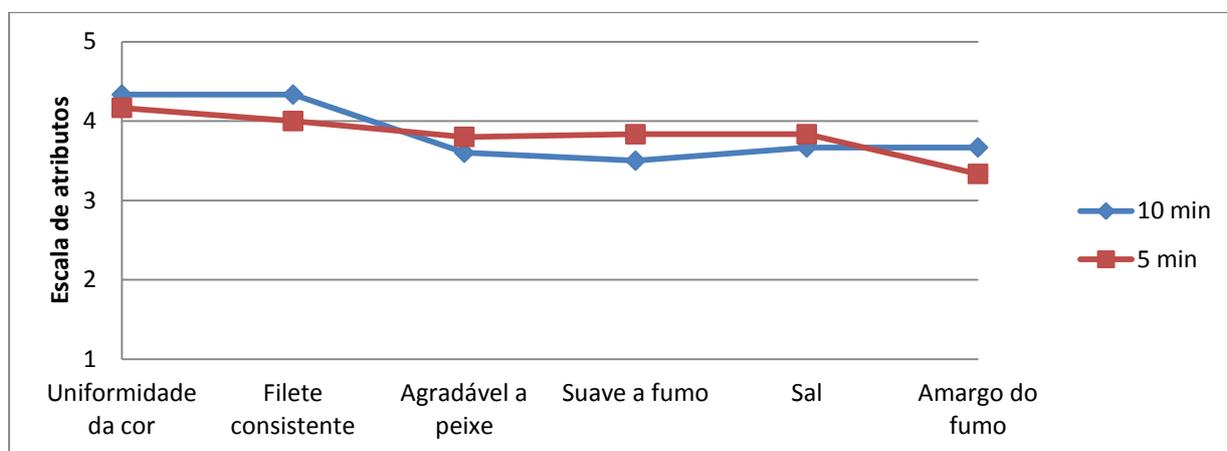


Figura 25 - Análise sensorial de filetes de carapau fumado

Na tabela 6 estão apresentados os resultados das análises de variância (ANOVA) às respostas dos provadores para cada atributo, comparando amostras com 2 tempos de salga.

Tabela 6 - Resultados obtidos da análise de variância ANOVA entre as duas amostras

Variáveis	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
<b>Uc</b>	0,083	1	0,083	4,167	10	0,4167	0,200	<b>0,6641</b>
<b>Fc</b>	0,333	1	0,333	3,333	10	0,333	1,000	<b>0,340</b>
<b>Ap</b>	0,083	1	0,083	4,167	10	0,417	0,200	<b>0,664</b>
<b>Sf</b>	0,333	1	0,333	6,333	10	0,633	0,526	<b>0,484</b>
<b>Sal</b>	0,083	1	0,083	10,667	10	1,017	0,082	<b>0,780</b>
<b>Amf</b>	0,333	1	0,333	2,667	10	0,267	1,250	<b>0,289</b>

Nota: Uc-uniformidade da cor; Fc - filete consistente; Ap - aroma agradável a peixe; Sf- aroma suave a fumo; Amf - sabor amargo do fumo.

Os provadores não identificaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as duas amostras com diferentes tempo de salga em qualquer dos atributos. Assim, após esse ensaio, foi definido o tempo de salga de 10 minutos durante a fumagem do carapau calibre I. Este processo, foi posteriormente utilizado na fumagem dos filetes de carapau ao longo do estudo de tempo de prateleira.

### **4.2 Desenvolvimento de formulações de patés de carapau fumado**

Foram desenvolvidos vários ensaios para otimização de formulação de paté de carapau fumado. Para definição da composição e atributos sensoriais nesse género de produtos, começou-se por recolher várias amostras no mercado. Os atributos mais revelados neste tipo de produtos foram a homogeneidade, a espalhabilidade, sabor agradável a peixe e a coesividade/gordura.

Optou-se pelo processamento de patés esterilizados tendo sido realizados 4 ensaios com diferentes formulações. No ensaio 1 e 2, verificou-se o efeito de 2 aditivos: goma xantana e o isolado de soja. Verificou-se que o isolado de soja se desnaturava durante o tratamento térmico e a textura do paté não se apresentava bem emulsionada. No ensaio 3 foi adicionada a lecitina em substituição do isolado de soja e observou-se uma melhoria na textura final do produto. Assim sendo, foram seleccionados os aditivos, no ensaio 4 para reduzir a coesividade e aumentar a espalhabilidade do paté, substituiu-se parcialmente o óleo pela margarina.

Tabela 7 - Resultados dos ensaios do processamento de patês de carapau fumado

Ensaio	Formulação	Peixe (%)	*Azeite/ Óleo (%)	Goma xantana (%)	Isolado de soja (%)	Lecitina (%)	Água (%)	Margarina (%)	Amido (%)	Condimentos (%)			Observações	Recomendações
										Salsa	Alho	Cebola		
I	1	45	49,50	0,90	—	—	—	—	2,25	0,40	0,80	1,15	Separação das fases, muito gorduroso e sabor desagradável e muito intenso a azeite (figura 26)	Reduzir a gordura, substituir o azeite pelo óleo e adicionar água para melhorar a textura
	2			—	0,90									
II	1	40	34,5	0,45	0,45	—	20	—	2,25	0,40	0,80	1,15	Obteve-se melhores resultados na formulação 2, o aspeto geral do patê era mais homogêneo e cremoso, verificou-se no entanto, uma ligeira separação de fase (figura 27)	Substituir o isolado de soja pela lecitina para melhorar a emulsão e por consequência a textura
	2			0,90	—									
	3			0,45	0,45									
	4			0,90	—									
III	1	40	34,5	1	—	0,50	19,40	—	2,25	0,40	0,80	1,15	Obteve-se melhores resultados nas formulações com 1% xantana, no entanto o patê tinha um aspeto muito gorduroso. Os patês com 2% de xantana ficaram com bolhas de ar e aspeto gelatinoso (figura 28)	Substituir uma parte da gordura pela margarina, porque à temperatura ambiente solidifica e tem na composição lecitina, melhorando assim a textura do patê
	2					1	18,90							
	3					1,50	18,40							
	4					2	17,90							
	1			2	—	0,50	18,40							
	2					1	17,90							
	3					1,50	17,40							
	4					2	16,90							
IV	1	50	14,5	1	—	0,50	19,40	10,00	2,25	0,40	0,80	1,15	Obteve o resultado pretendido nas formulações 2 e 3. A espalhabilidade e o sabor foram satisfatórios (figura 29)	
	2					1	18,90							
	3					2	17,90							



Separação das fases após a esterilização

Figura 26 - Paté obtido no ensaio I



Ligeira separação das fases após a esterilização

Figura 27 - Paté obtido no ensaio II



Textura não muito homogeneizada e com bolhas de ar

Figura 28 - Paté com (2% de xantana) obtido no ensaio III



Textura homogênea, boa espalhabilidade

Figura 29 - Paté obtido após o ensaio IV

### **4.3 Caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e textura**

#### **4.3.1 Caracterização físico química**

As análises físico-químicas abordadas ao longo deste trabalho, foram realizadas no pescado fresco e pescado fumado ao longo de 45 dias de armazenamento. Verificou-se que o processo de fumagem influenciou a composição química do peixe, pela redução da humidade e atividade da água e aumento ligeiro nas percentagens de proteína, lípidos, cloretos e cinzas, nas amostras e de acordo com a tabela 38 em anexo, os mesmos parâmetros de mantiveram sem alterações notórias no resíduo seco como seria de esperar.

Os resultados que se seguem, como descrito no ponto 4., não incluem a determinação físico-química para os filetes conservados em refrigeração nos períodos 30 e 45 dias de armazenamento.

##### **4.3.1.1 Variação do teor de proteínas ao longo do tempo**

O teor de proteínas foi determinado pelo método descrito no ponto 3.7.1. Foi obtido no peixe fresco  $17,40 \pm 0,17\%$  de proteínas. Em alguns estudos realizados anteriormente com a mesma espécie (Ozden, 2010) o teor de proteínas variou entre 15,73% a 21,24 %.

Após a fumagem, os teores máximos e mínimos de proteínas nos filetes de carapau variaram entre  $22,20\% \pm 0,10\%$  a  $19,71 \pm 0,16\%$  respetivamente.

Na figura 30, estão apresentados os resultados obtidos da percentagem de proteínas nos diferentes métodos de conservação do filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

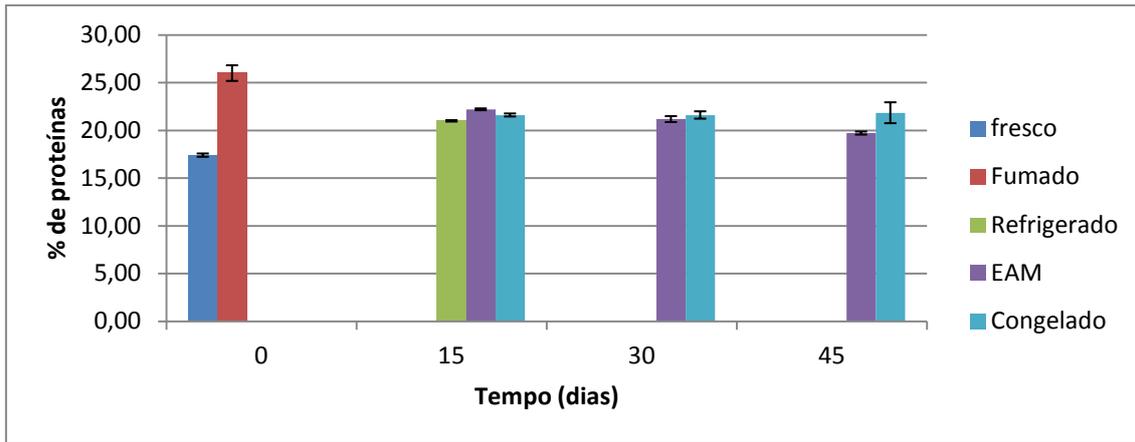


Figura 30 - Evolução do teor de proteínas dos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias de armazenamento

No tempo 0, o teor de proteínas foi  $25,99 \pm 0,82\%$ , através da figura 30 consta-se uma redução do teor de proteínas ao longo do armazenamento nos três métodos de conservação. Essa variação pode ser associada com a perda de proteínas dissolvidas nos exsudados, ou segundo (Arvanitoyannis & Kotsanopoulos, 2012), a fumagem altera a estrutura das proteínas do peixe, formando um gel que confere uma cor brilhante característica em produtos fumados, diminuindo assim o teor de proteína final.

Segundo (Soccol & Oetterer, 2003), no EAM, a dissolução do  $\text{CO}_2$ , tem como consequência a diminuição da capacidade de retenção de proteína nos músculos, podendo assim contribuir para redução do teor de proteínas final.

Para avaliar as diferenças entre os métodos de conservação e ao longo do tempo, foi aplicado o teste *t Tukey*. Na tabela 8 estão apresentados o valor *p* depois de aplicado o teste.

Tabela 8 - Teste *t tukey* da variação de proteínas ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ ).

Conservação	Tempo (dias)	0	15		
Refrigeração	0		<b>0,000686</b>		
	15	<b>0,000686</b>			
EAM	Tempo (dias)	0	15	30	45
	0		<b>0,000243</b>	<b>0,000231</b>	<b>0,000231</b>
	15	<b>0,000243</b>		0,088661	<b>0,000803</b>

## Resultados e discussão

	30	<b>0,000231</b>	0,088661		<b>0,016819</b>
	45	<b>0,000231</b>	<b>0,000803</b>	<b>0,016819</b>	
Congelação	<b>Tempo (dias)</b>	0	15	30	45
	0		<b>0,000499</b>	<b>0,000499</b>	<b>0,000635</b>
	15	<b>0,000499</b>		1,000000	0,976940
	30	<b>0,000499</b>	1,000000		0,976906
	45	<b>0,000635</b>	0,976940	0,976906	

Verificou-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) do teor de proteínas, em todos os métodos de conservação. No entanto, após 15 dias de armazenamento e não se detetaram diferenças significativas até ao final do período de armazenamento.

### 4.3.1.2 Variação do teor de gordura ao longo do tempo

O teor de gordura foi determinado pelo método descrito no ponto 3.7.2. Neste trabalho, o teor de gordura obtido no peixe fresco foi de  $11,16 \pm 0,90\%$ . Segundo a classificação descrita pelo (Ackman, 1989) o peixe utilizado durante o estudo é muito gordo. Segundo (Ozden, 2010), foram observados valores similares com um máximo e mínimo de 17,37 a 12,26%, respetivamente.

Nos filetes de carapau fumado, os valores obtidos ao longo do armazenamento, variaram entre  $13,46 \pm 2,64$  a  $23,01 \pm 1,60\%$ . Sendo o teor máximo obtido nos filetes congelados e o mínimo nos filetes conservados em atmosfera modificada.

Na figura 31 estão apresentados os resultados obtidos do teor de gordura nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

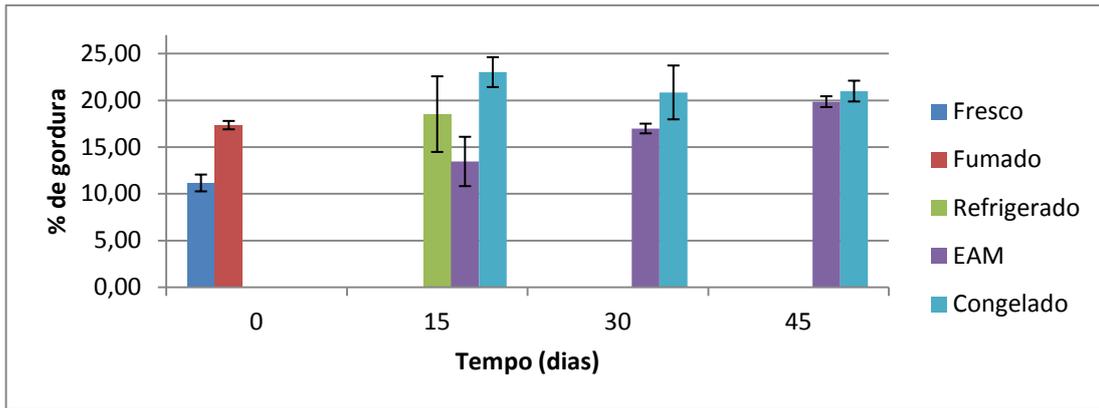


Figura 31 Evolução do teor de gordura nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.

O teor de gordura dos filetes fumados no tempo 0 foi de  $17,34 \pm 0,45\%$ . De acordo com a figura 31, observou-se uma diminuição da percentagem de gordura aos 15 dias de armazenamento no EAM. Ao longo do armazenamento em congelação e refrigeração, não se verificaram alterações muito notórias no teor de gordura.

Para avaliar as diferenças entre os métodos de conservação e ao longo do tempo, foi aplicado o teste t Tukey. Na tabela 9 estão apresentados o valor  $p$  durante o estudo da evolução de gordura ao longo do tempo.

Tabela 9 - Resultados obtidos após o teste t tukey da gordura ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ ).

Conservação	Tempo (dias)	0	15	30	45
EAM	0		<b>0,048186</b>	0,581602	0,994112
	15	<b>0,048186</b>		0,293087	<b>0,033990</b>
	30	0,581602	0,293087		0,449017
	45	0,994112	<b>0,033990</b>	0,449017	

Verificaram-se diferenças ( $p < 0,05$ ) apenas no EAM. Nos restantes métodos de armazenamento o produto manteve-se estável neste parâmetro. É de referir, que a diferença detetada no EAM corresponde à amostra no período 15 dias de armazenamento, sendo essa a única amostra diferente. Pode se associar essa diminuição à heterogeneidade da amostra e a amostragem e não ao efeito da conservação no parâmetro em análise.

#### 4.3.1.3 Variação do teor de cloretos ao longo do tempo

A determinação dos cloretos foi efetuada de acordo com o método descrito no ponto 3.7.3. No peixe fresco foi obtido 0,17% de NaCl. Nos filetes fumados, os teores máximos e mínimos de cloretos variaram entre  $2,25 \pm 0,07$  a  $1,58 \pm 0,15\%$ , respetivamente.

Utilizou-se neste estudo  $80^\circ$  graus brine, equivalente a 21% na salmoura, de acordo com (M Vaz-Velho & Capell, 1998), essa percentagem permite que o sal penetre no interior do músculo e não haja absorva água durante o processo de salmoura.

De acordo com (Martinez et al 2010), foram obtidos valores similares de  $1,53 \pm 0,06\%$  de cloretos, durante a conservação em congelação do salmão fumado imergidos em salmoura com igual percentagem de sal.

Na figura 32 estão apresentados os resultados obtidos da percentagem de cloretos nos diferentes métodos de conservação do filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

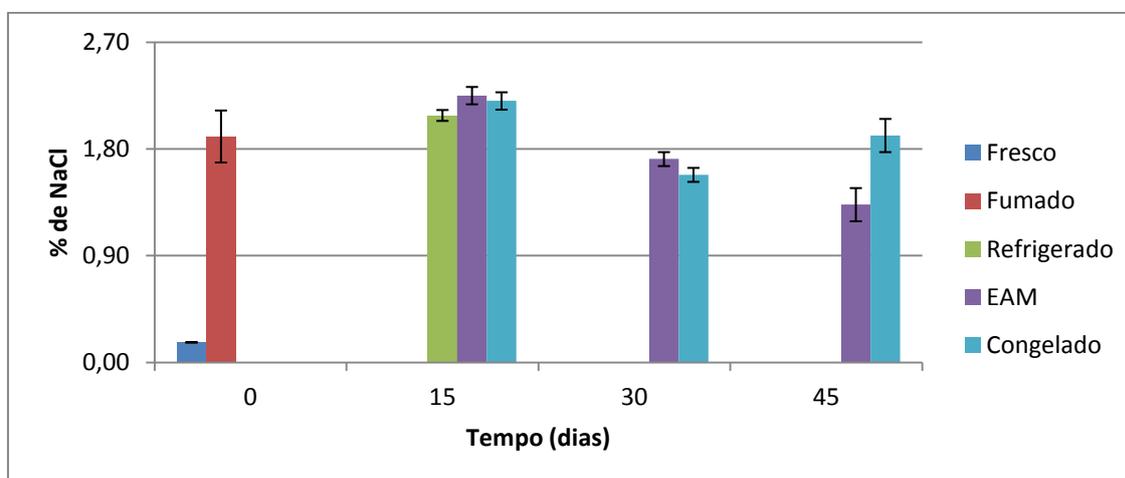


Figura 32 - Evolução do teor de NaCl nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.

No tempo 0, os filetes de carapau tinham um teor  $1,91 \pm 0,22\%$  de cloretos. Segundo a figura 32, constataram-se variações dos cloretos ao longo do armazenamento nos três métodos de conservação. Durante o armazenamento, o

valor mais elevado foi registado nos filetes conservados em congelação com  $1,91 \pm 0,16\%$  de cloretos.

Segundo (T.R.S, 1991), produtos com percentagem de sal superior a 2,5% são considerados muitos salgados pela maior parte da população. Ao longo do estudo, o valor máximo de cloretos obtido foi  $2,25 \pm 0,07\%$ . A OMS recomenda no plano de ação 2013-2020 o consumo até 5g de sal para a prevenção de doenças cardiovasculares por dia (Pedro G.,2013).

Após análise estatística, não foram encontradas diferenças significativas entre todos os métodos de conservação. É de referir que o sal foi utilizado neste trabalho com objetivo de conferir sabor e não em conservar o produto.

#### **4.3.1.4 Variação do teor da humidade ao longo do tempo**

A determinação do teor de humidade foi feito pelo método descrito no ponto 3.7.4. Foi obtido  $65,97 \pm 0,24\%$  de humidade no pescado fresco. Em estudos similares com a mesma espécie (Ozden, 2010) foram obtidos valores entre 63,13% a 74,46% de humidade.

Durante o processo de fumagem, ocorre uma redução do teor de humidade pela salmoura e secagem durante a fumagem. Observou-se em filetes fumados uma diminuição da percentagem da humidade, tendo sido registado valores mínimos e máximos ao longo do armazenamento de  $46,15 \pm 0,34\%$  a  $55,13 \pm 0,73\%$ , respetivamente.

Na figura 38 estão apresentados os resultados obtidos da percentagem da humidade nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

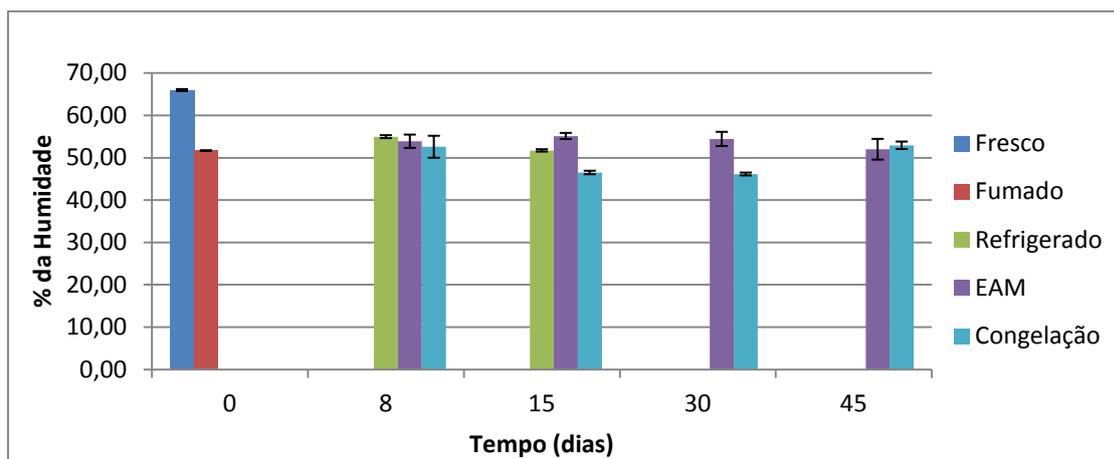


Figura 33 - Evolução do teor de humidade nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.

De acordo com a figura 33 verifica-se, durante o armazenamento em congelação uma diminuição desse parâmetro. Esse fato pode estar relacionado com o teor do sal, visto que se verificaram maiores concentrações de sal durante a conservação em congelação, e aos 15 dias em refrigeração. Segundo Guizani et al.,(2014) o teor elevado de NaCl nos filetes permite ligações mais fortes entre as proteínas resultando numa desidratação.

Para avaliar as diferenças entre os métodos de conservação e ao longo do tempo, foi aplicado o teste t Tukey. Na tabela 10 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante o estudo da evolução da humidade.

Tabela 10 - Teste t tukey da variação humidade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15		
Refrigeração	0		<b>0,000229</b>	0,971550		
	8	<b>0,000229</b>		<b>0,000229</b>		
	15	0,971550	<b>0,000229</b>			
Congelação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		0,894580	<b>0,003595</b>	<b>0,002256</b>	0,737438
	8	0,894580		<b>0,001159</b>	<b>0,000779</b>	0,996764
	15	<b>0,003595</b>	<b>0,001159</b>		0,996363	<b>0,000788</b>
	30	<b>0,002256</b>	<b>0,000779</b>	0,996363		<b>0,000555</b>
	45	0,737438	0,996764	<b>0,000788</b>	<b>0,000555</b>	

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em conservação em refrigeração e congelamento, não foram observadas diferenças significativas no EAM.

#### 4.3.1.5 Variação do teor de cinzas ao longo do tempo

O teor de cinza foi determinado segundo o método descrito no ponto 3.7.5. No peixe fresco o teor de cinza foi  $1,23 \pm 0,01\%$ . Foram observados valores similares entre  $1,00 \pm 0,01\%$  e  $1,35 \pm 0,00\%$  para a mesma espécie segundo (Celik, 2008; Orban et al., 2011).

Ao longo do armazenamento os valores variaram entre  $2,53 \pm 0,01\%$  e  $3,10 \pm 0,02\%$  de cinzas nos filetes de carapau fumado. Sendo o teor mínimo obtido durante a conservação em congelamento e o máximo no EAM.

Na figura 34 estão apresentados os resultados obtidos da percentagem das cinzas nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

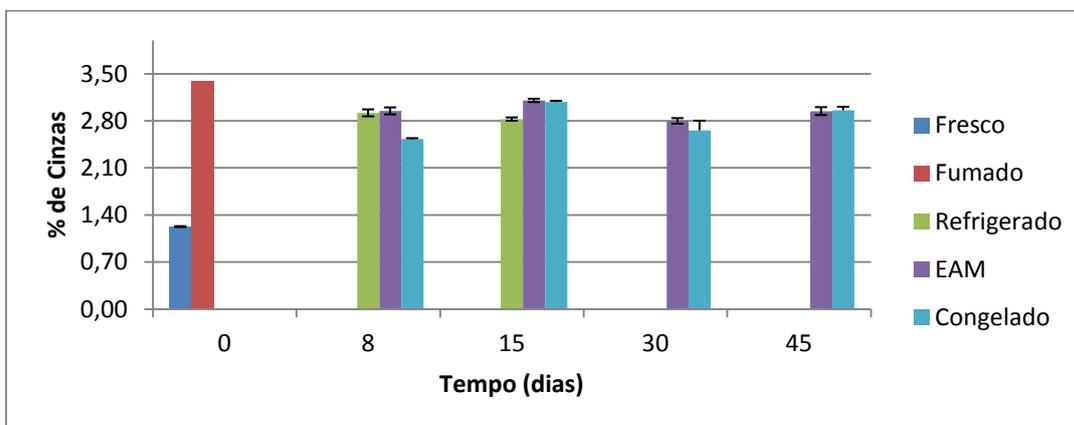


Figura 34 - Evolução do teor de cinzas nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.

No tempo 0, os filetes de carapau fumado apresentaram  $3,39 \pm 0,66\%$  de cinzas. Não se verificaram alterações notórias nos três métodos de conservação e ao longo do tempo de armazenamento.

Após a análise estatisticamente, não foram encontradas diferenças significativas entre as amostras ao longo da conservação, verificando-se deste modo, que a matéria seca manteve-se estável durante o armazenamento.

#### 4.3.1.6 Variação do teor de ABVT ao longo do tempo

A determinação do ABVT, foi feita segundo a metodologia descrita no ponto 3.7.8. Relativamente aos valores de referência para o carapau em fresco utilizado nesse estudo, foi considerado o limite máximo de 25mg de N/100g de amostra, referido no REG (CE) nº 2074/2005 e REG (CE) nº1022/2008, visto que não existe na Legislação Europeia limites máximos para a espécie em estudo *Trachurus trachurus*.

No pescado fresco, foi obtido durante  $19,49 \pm 0,97$  mg/100g de ABVT, considerado assim apto para o consumo humano. Segundo (Etienne et al., 2005) após a captura, o teor de ABVT nas espécies pelágicas em fresco pode ultrapassar 15mg/100mg.

Nos filetes de carapau fumado, os valores de ABVT variaram entre  $20,08 \pm 0,00$  a  $39,80 \pm 1,16$  mg/100g. Segundo Centro de Inspeção e Comércio Exterior e Espanhol (CICE), (1986) disponível em (Santos, 2010), nos peixes fumados e salgados o limite máximo de ABVT é 80mg de N/100g de amostra.

Na figura 35 estão apresentados os resultados obtidos do ABVT nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

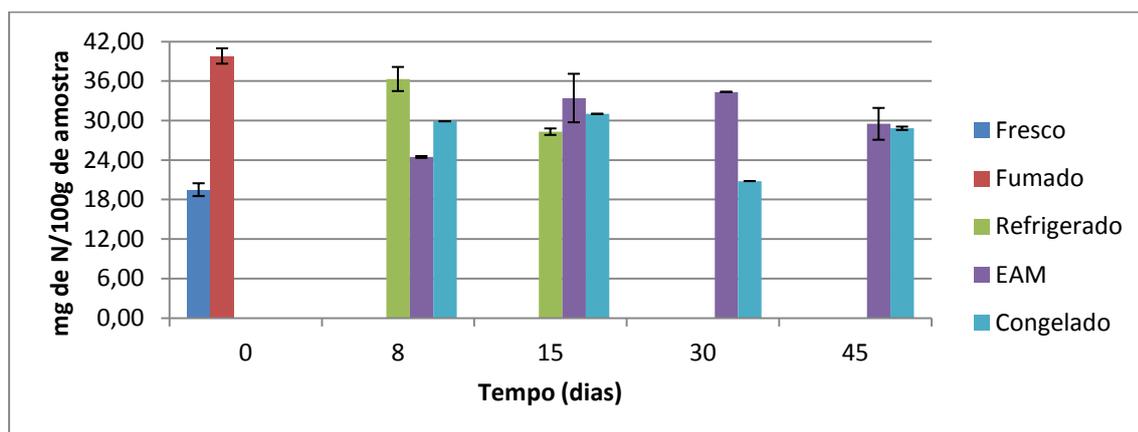


Figura 35 - Evolução do ABVT nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias.

No tempo 0, o teor de ABVT nos filetes foi de  $39,80 \pm 1,16$  mg/100mg. Após a fumagem, verificou-se um aumento do teor de ABVT nos filetes fumados.

Segundo (Etienne et al., 2005), após o processamento o teor de ABVT nos alimentos pode aumentar, assim o ABVT nos produtos processados não se pode aplicar o ABVT como critério de qualidade.

Em refrigeração, ocorreu uma redução do teor de ABVT aos 15 dias de armazenamento, que pode estar associada com a dissolução da amónia, visto que a humidade é relativamente elevada no produto. Em congelação e EAM não ocorreram alterações notórias ao longo de tempo de armazenamento. Microbiologicamente o produto encontrava-se estável, não sendo assim possível registar um aumento de ABVT nos filetes. Os valores encontrados nos três métodos de conservação foram inferiores aos limites regulamentados pela CICE, (1986).

Na tabela 11 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante o estudo da variação do ABVT ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste  $t$  Tukey.

Tabela 11 - Resultados obtidos após aplicado o teste  $t$  tukey da variável ABVT ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15
Refrigeração	0		0,140360	<b>0,006172</b>
	8	0,140360		<b>0,017074</b>
	15	<b>0,006172</b>	<b>0,017074</b>	

Não se registaram diferenças significativas em congelação e no EAM. Em refrigeração a diferença foi identificada apenas aos 15 dias de armazenamento.

#### 4.3.1.7 Variação do pH ao longo do tempo

A determinação do pH foi efetuada de acordo com método de potenciometria descrito no ponto 3.7.6. O pH do pescado fresco utilizado durante neste trabalho foi 6,41. Em alguns estudos com a mesma espécie obtiveram-se valores similares entre 6,20 e 6,90 (Orban et al., 2011; Alfaro et al., 2013). Segundo(Orban et al., 2011) este parâmetro sofre alterações em função da época sazonal.

## Resultados e discussão

Na figura 36 estão apresentados os resultados da medição de pH nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

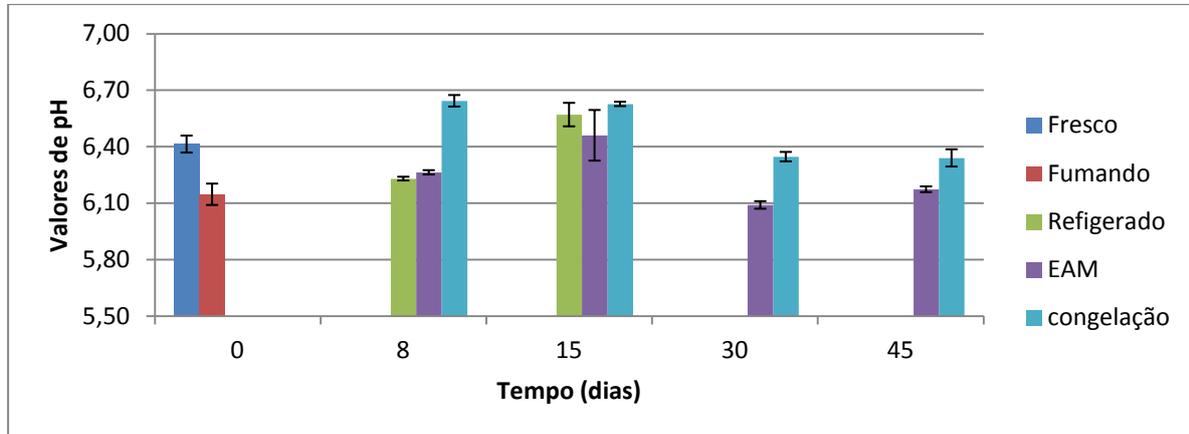


Figura 36 Evolução do pH nos filetes de carapau fumado armazenados durante 45 dias

No tempo 0, registou-se um valor de pH nos filetes de 6,15±0,06. Após a fumagem, este parâmetro diminuiu nos filetes do carapau fumados em relação aos frescos. A evolução do pH nos filetes do carapau fumado foi semelhante nos três métodos de conservação. O valor mais elevado ocorreu aos 15 dias de armazenamento em todas as amostras, após esse período houve uma diminuição do pH.

Segundo Farouk e Swan (1998) a interação entre teor de sal nos músculos e lípidos contribui para que os aminoácidos livres aumentem o pH. No EAM, o CO<sub>2</sub> dissolvido forma com a água ácidos que contribuem para que o pH diminua nas embalagens conservadas em atmosferas modificadas (J. Carvalho; 2010)

Na tabela seguinte estão apresentados o valor *p* (probabilidade de significância) obtido durante a variação do pH ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste *t* Tukey.

## Resultados e discussão

Tabela 12 - Resultados obtidos após o teste t tukey da variação do pH ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15		
Refrigeração	0		0,174825	<b>0,000301</b>		
	8	0,174825		<b>0,000545</b>		
	15	<b>0,000301</b>	<b>0,000545</b>			
EAM	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		0,272683	0,001436	0,829841	0,986476
	8	0,272683		<b>0,029976</b>	0,058296	0,497523
	15	<b>0,001436</b>	<b>0,029976</b>		<b>0,000473</b>	<b>0,002661</b>
	30	0,829841	0,058296	<b>0,000473</b>		0,564941
	45	0,986476	0,497523	<b>0,002661</b>	0,564941	
Congelação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		<b>0,000176</b>	<b>0,000176</b>	<b>0,000611</b>	<b>0,000766</b>
	8	<b>0,000176</b>		0,980281	<b>0,000181</b>	<b>0,000180</b>
	15	<b>0,000176</b>	0,980281		<b>0,000187</b>	<b>0,000184</b>
	30	<b>0,000611</b>	<b>0,000181</b>	<b>0,000187</b>		0,999436
	45	<b>0,000766</b>	<b>0,000180</b>	<b>0,000184</b>	0,999436	

Verificaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na conservação em refrigeração e no EAM. Apesar de se terem mostrado alterações nesse parâmetro, os valores de pH encontrava-se dentro dos limites esperados para esse género de produtos.

### 4.3.1.8 Variação da Atividade da água ( $a_w$ ) ao longo do tempo

A atividade da água foi determinada pelo método descrito no ponto 3.7.7. Em fresco a atividade de água registada foi de  $0,96 \pm 0,02$ , estando de acordo com o definido para esse género de produto segundo o (SFIA, 1985).

Após a fumagem observou-se uma redução de valores de  $a_w$  nos filetes fumados, os valores obtidos estavam entre  $0,90 \pm 0,00$  a  $0,94 \pm 0,02$ . As etapas de salmoura, secagem e fumagem durante o processamento, contribuem para a redução da atividade da água, e portanto para a conservação do produto.

## Resultados e discussão

Na figura 37 estão apresentados os resultados da medição da  $a_w$  nos diferentes métodos de conservação dos filetes de carapau fumado, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

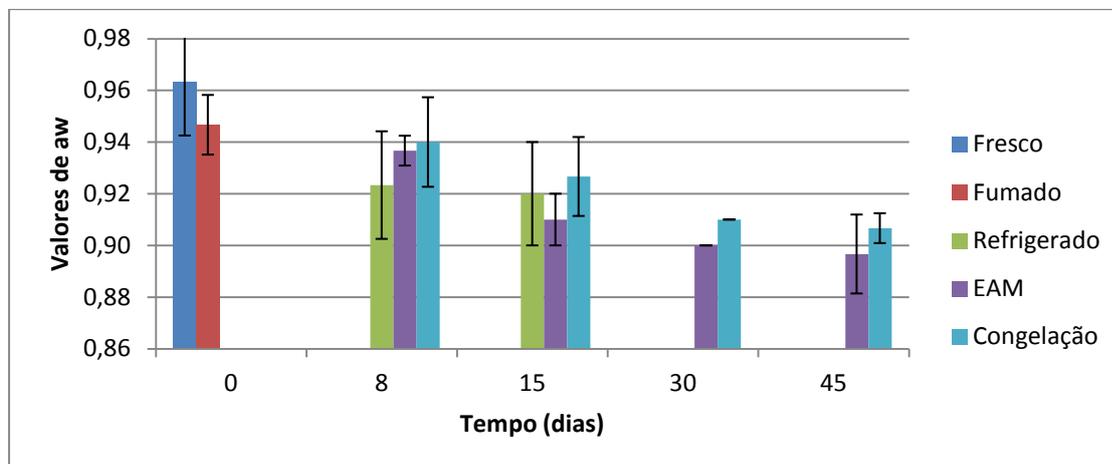


Figura 37 Evolução da  $a_w$  nos filetes de carapau fumado armazenado durante 45 dias

No tempo 0, a atividade da água registou um valor de  $0,95 \pm 0,01$ . Ao longo do armazenamento, esse parâmetro registou uma diminuição em conservação em congelação e no EAM. Nos filetes armazenados em refrigeração não foram observadas diferenças significativas.

Na tabela 13 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante o estudo da variação da  $a_w$  ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste  $t$  Tukey.

Tabela 13 - Resultados obtidos após o teste  $t$  tukey da variável  $a_w$  ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
EAM	0		0,738555	<b>0,008076</b>	<b>0,001537</b>	<b>0,000943</b>
	8	0,738555		0,052080	<b>0,008076</b>	<b>0,004488</b>
	15	<b>0,008076</b>	0,052080		0,738555	0,510992
	30	<b>0,001537</b>	<b>0,008076</b>	0,738555		0,993273
	45	<b>0,000943</b>	<b>0,004488</b>	0,510992	0,993273	
Congelação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		0,954217	0,302932	<b>0,022976</b>	<b>0,013587</b>
	8	0,954217		0,652425	0,066767	<b>0,039150</b>

## Resultados e discussão

	15	0,302932	0,652425		0,462066	0,302932
	30	<b>0,022976</b>	0,066767	0,462066		0,996478
	45	<b>0,013587</b>	<b>0,039150</b>	0,302932	0,996478	

Registaram-se diferenças significativas entre as amostras no EAM e em congelação, como seria de esperar. Visto que a redução da atividade de água contribui para a conservação do produto.

### 4.3.1.9 Variação da percentagem de gases ao longo do armazenamento

De acordo com (SFIA, 1985) no EAM dos peixes gordos fumados é aconselhado a mistura de gases utilizada neste trabalho. Segundo (Cakli, Kilinc, Dincer, & Tolasa, 2006), na mistura de gases com 60/40% CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ocorre inibição do crescimento de microrganismos e redução da formação de TMA em pescado fumado a quente.

Na figura 38 pode-se observar o comportamento dos gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>) ao longo de 45 dias de armazenamento.

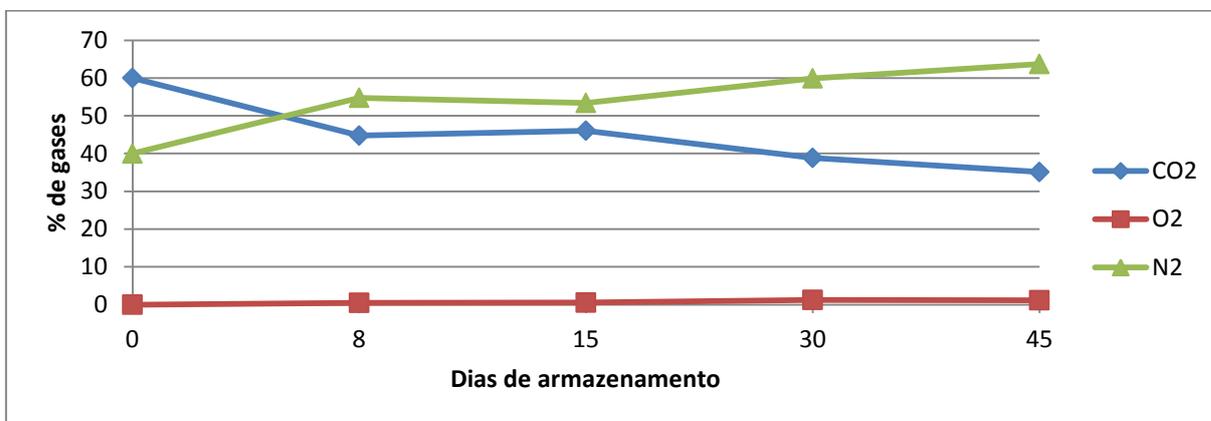


Figura 38 - Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo

Nos primeiros 8 dias de armazenamento, ocorreu uma redução da percentagem de CO<sub>2</sub> no interior das embalagens. Esse facto pode estar associado ao período de adaptação do produto à atmosfera. Segundo a figura 38, a estabilização dos gases no interior da embalagem situou-se entre 8 a 15 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

Ao longo do armazenamento o  $O_2$  aumentou ligeiramente e houve diminuição do  $CO_2$ , o que pode significar que não ocorreu o consumo de  $O_2$ . Esse facto está de acordo com os resultados microbiológicos, pois o crescimento de microrganismos foi muito baixo.

A percentagem do  $CO_2$  obtida no final do armazenamento foi de 35,10%, Segundo SFIA (1985), para se obter o efeito conservante nos filetes armazenados em atmosfera modificada a composição no interior das embalagens deve ter um mínimo de 20% de  $CO_2$ .

É de referir que a integridade do sistema foi mantida até ao final do período do armazenamento, mantendo assim o efeito bactericida, e a presença ligeira de  $O_2$  impede o crescimento de microrganismos anaeróbios. Esse facto foi comprovado nos resultados das contagens microbiológicas apresentados 4.5.2.2.

### 4.3.1.9.1 Evolução dos gases nas embalagens controlo ao longo do tempo

Foram efetuadas medidas da composição dos gases foram efetuadas em embalagem controlo para avaliar a permeabilidade da embalagem (filme e cuvete). A embalagem controlo foi assim embalada com a mesma composição de gases usadas no produto e armazenada nas mesmas condições.

Na figura 30 estão apresentados os resultados da medição dos gases nas embalagens do controlo, ao longo dos 45 dias de armazenamento.

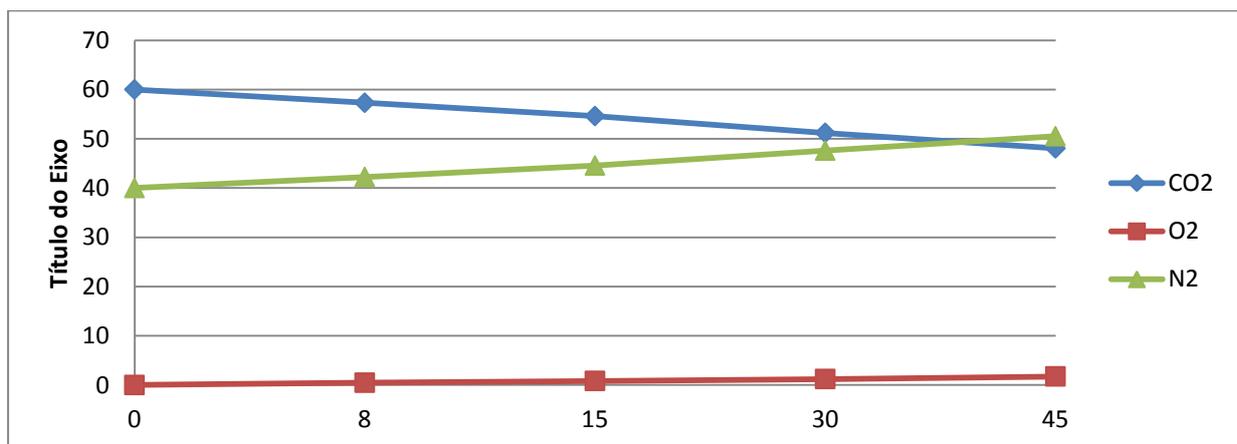


Figura 39- Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo (embalagens controlo)

Relativamente às embalagens controlo, verificou-se que a perda do CO<sub>2</sub> foi inferior aos 5% nos primeiros dias de armazenamento. Esse resultados indicam que o material utilizado durante o embalamento foi de alta barreira, não permitindo assim a troca gasosa com o meio exterior.

#### 4.4 Caracterização sensorial

Como referido anteriormente no ponto 3.10, neste estudo foi fornecido ao painel de provadores uma ficha de prova para caracterizar o filete de carapau fumado. Durante a prova o painel avaliou numa escala de 5 pontos 4 atributos nomeadamente: o aspeto geral, textura, aroma e sabor.

Na figura 40 estão apresentados os resultados da análise sensorial do carapau fumado realizadas ao longo dos 45 dias de armazenamento.

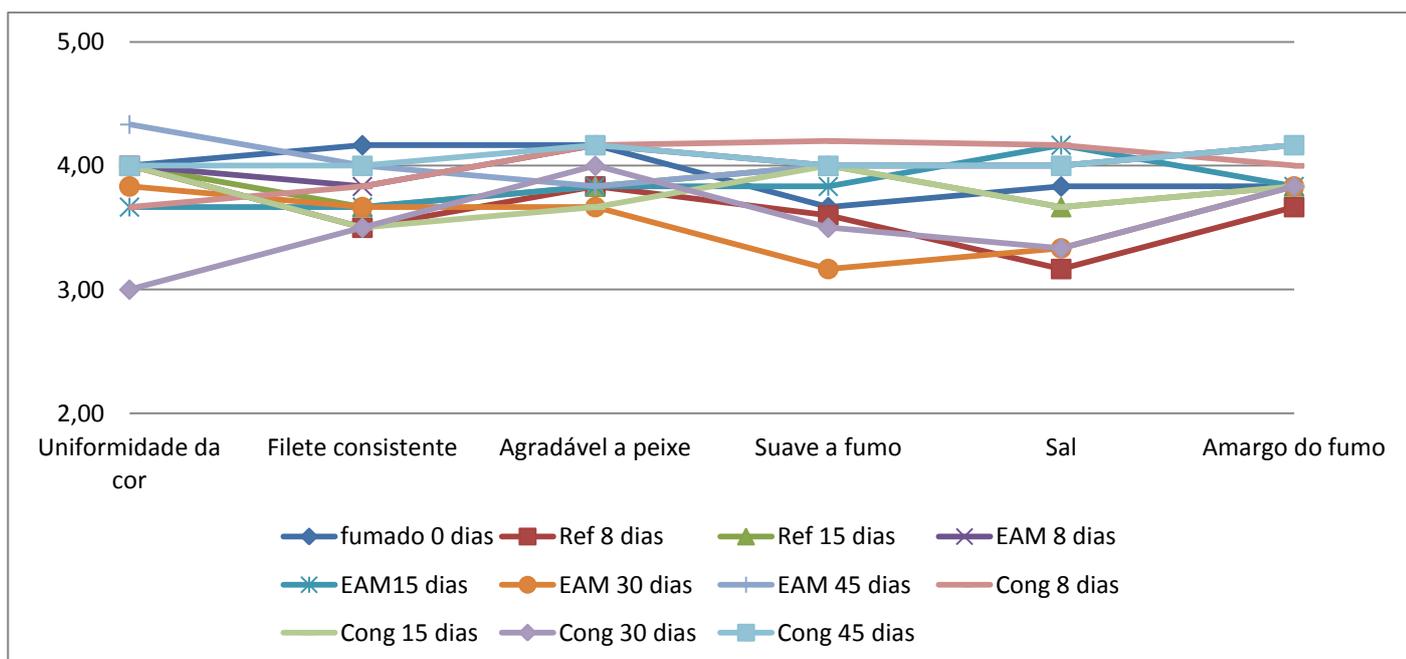


Figura 40 - Resultados da análise sensorial dos filetes de carapau fumado armazenados nos diferentes métodos de conservação ao longo de 45 dias.

LEGENDA- Ref : refrigerado; Cong : congelado; EAM: atmosfera modificada

Durante a avaliação do produto foi considerado que para a cotação de 4 a 5 pontos não havia defeitos a considerar. Os valores entre 1 a 3 classificam os defeitos com severidade crescente, sendo que o 1 o mais grave e 3 mais ligeiro.

## Resultados e discussão

Através da figura 40, verifica-se que os atributos considerados com menos defeitos foram aspeto geral (uniformidade da cor), textura (filete consistente), aroma (agradável a peixe) e sabor (amargo do fumo). Os defeitos mais notáveis nos foram nos atributos aroma (suave a fumo) e sabor (sal).

De uma forma geral, os provadores classificaram o produto sem defeitos. Constatou-se que não ocorreram diferenças entre as amostras nos diferentes métodos de conservação e ao longo do tempo.

Os defeitos ligeiros, foram assinalados no atributo sabor(sal) para as amostras refrigerada aos 8 dias e 30 dias nos filetes armazenados em EAM e congelação respetivamente. O cheiro suave a fumo e uniformidade da cor apresentaram defeitos ligeiros nas amostras aos 30 dias de armazenamento conservadas em atmosfera modificada e congelada, respetivamente.

Na tabela 14 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante a caracterização sensorial ao longo dos 45 dias, após aplicação do teste de variância (ANOVA).

Tabela 14 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em refrigeração, ao longo de 15 dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ).

Variáveis	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	MS Error	F	p
UC	0,173	2	0,086	10,536	0,376	0,2308	<b>0,7955</b>
FC	0,209	2	0,104	18,500	0,660	0,158	<b>0,854</b>
AgP	0,609	2	0,304	8,100	0,289	1,053	<b>0,362</b>
SF	0,918	2	0,459	5,236	0,187	2,456	<b>0,104</b>
Sal	0,627	2	0,318	10,727	0,383	0,819	<b>0,451</b>
AmF	0,727	2	0,364	7,98	0,285	1,276	<b>0,294</b>

Nota: Uc-uniformidade da cor; Fc - filete consistente; Ap - agradável a peixe; Sf - suave a fumo; AmF - amargo do fumo

Na tabela 15 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante o estudo da caracterização sensorial ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste de variância (ANOVA).

Tabela 15 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em AM, ao longo de 45 dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e discussão

Variáveis	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	MS Error	F	p
<b>UC</b>	0,745	4	0,186	12,233	0,291	0,639	<b>0,637</b>
<b>UF</b>	0,600	4	0,150	21,400	0,509	0,294	<b>0,879</b>
<b>AgP</b>	1,572	4	0,393	30,342	0,722	0,544	<b>0,704</b>
<b>SF</b>	1,400	4	0,350	24,600	0,585	0,597	<b>0,666</b>
<b>Sal</b>	1,099	4	0,274	25,709	0,612	0,449	<b>0,772</b>
<b>AmF</b>	0,772	4	0,193	17,142	0,408	0,473	<b>0,755</b>

Nota: Uc-uniformidade da cor; Fc - filete consistente; Ap - agradável a peixe; Sf - suave a fumo; AmF - amargo do fumo

Na tabela 16 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante o estudo da caracterização sensorial ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste de variância (ANOVA).

Tabela 16 - Análise de variância ANOVA durante a conservação em congelação, ao longo de 15 dias de armazenamento

Variáveis	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	MS Error	F	P
<b>UC</b>	1,968	4	0,492	28,500	0,678	0,725	<b>0,579</b>
<b>UF</b>	1,955	4	0,488	20,509	0,488	1,001	<b>0,417</b>
<b>AgP</b>	1,059	4	0,264	10,433	0,248	1,065	<b>0,385</b>
<b>SF</b>	0,555	4	0,138	13,401	0,319	0,435	<b>0,782</b>
<b>Sal</b>	0,368	4	0,092	20,100	0,478	0,192	<b>0,941</b>
<b>AmF</b>	0,709	4	0,177	14,269	0,339	0,521	<b>0,720</b>

Nota: Uc-uniformidade da cor; Fc - filete consistente; Ap - agradável a peixe; Sf - suave a fumo; AmF - amargo do fumo

De acordo com a análise de variância ANOVA, não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) ao longo do tempo de conservação nos três métodos de conservação.

Estes resultados podem ser interpretados como que o painel, não consegue perceber as diferenças entre as amostras, ou existe uma certa dificuldade em identificar as diferenças, visto que se trata de um produto novo no mercado.

### 4.4.1 Teste de consumidores

No final do estudo foi também realizada uma prova de consumidores, onde foi fornecida uma ficha de prova com uma escala hedónica de 9 pontos (ver

## Resultados e discussão

apêndice B.2.1) e uma amostra do filete de carapau fumado. Durante o a prova também foi efetuado o teste de mercado.

Na figura 41 está representada a média dos resultados da prova de consumidores do filete de carapau fumado.

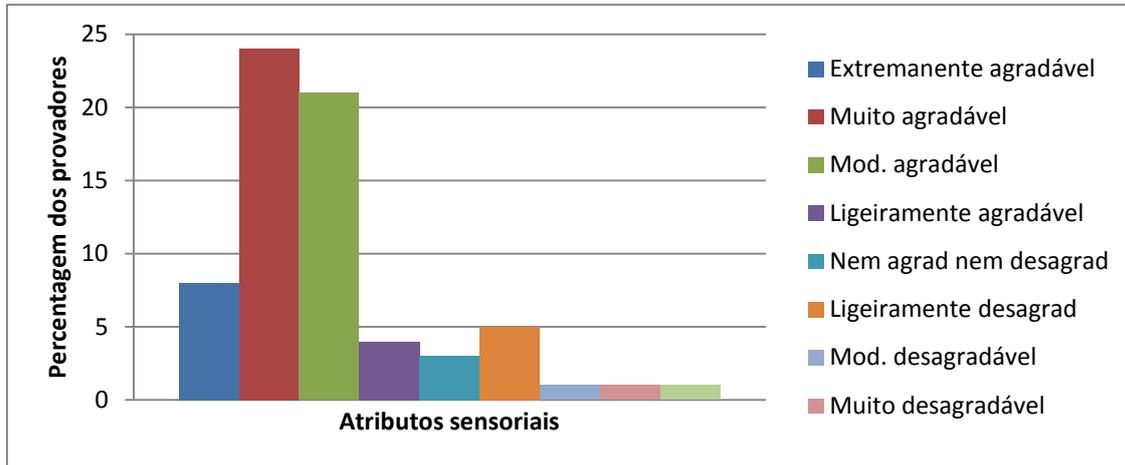


Figura 41 - Teste de aceitabilidade do carapau fumado calibre I (n=68)

Neste estudo foi apenas avaliada a aceitabilidade produto desenvolvido, sem aplicar qualquer outro método de conservação, para além do efeito da fumagem no produto.

Numa escala hedónica de 9 pontos, 83% de consumidores classificaram positivamente o produto avaliando entre extremamente agradável a ligeiramente agradável. Sendo esta análise aceitável para o produto, indo de encontro ao objetivo de valorizar o carapau de calibre I, com pouca aceitabilidade comercial em fresco.

Na figura 42 estão apresentados os resultados do teste de aceitabilidade realizado durante a prova de consumidores.

## Resultados e discussão

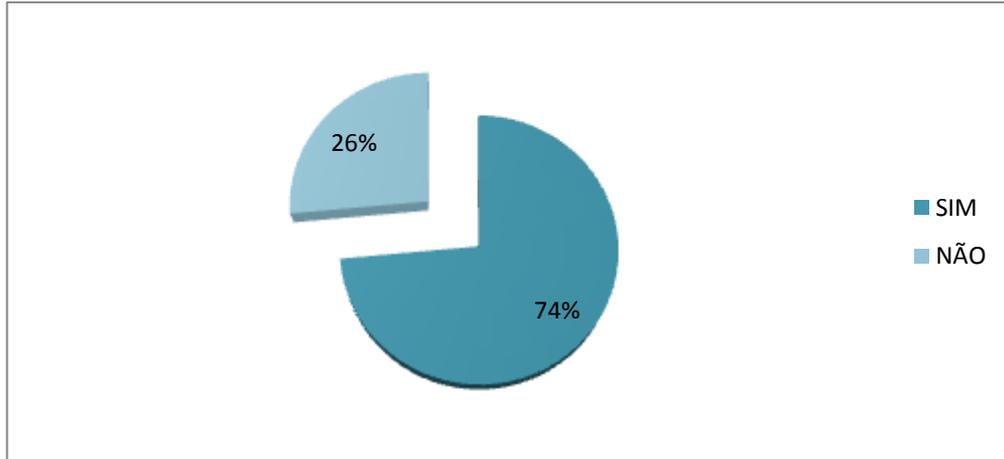


Figura 42 - Teste de mercado à predisposição a compra (n=68)

O resultado obtido neste teste foi positivo, visto que 74% de consumidores, responderam favoravelmente à compra do produto, se esse existisse no mercado. É de referir que ao nível das superfícies não se encontram disponíveis produtos fumados a quente.

Na figura 43 estão representados os resultados do teste de mercado realizados durante a análise sensorial com os consumidores.

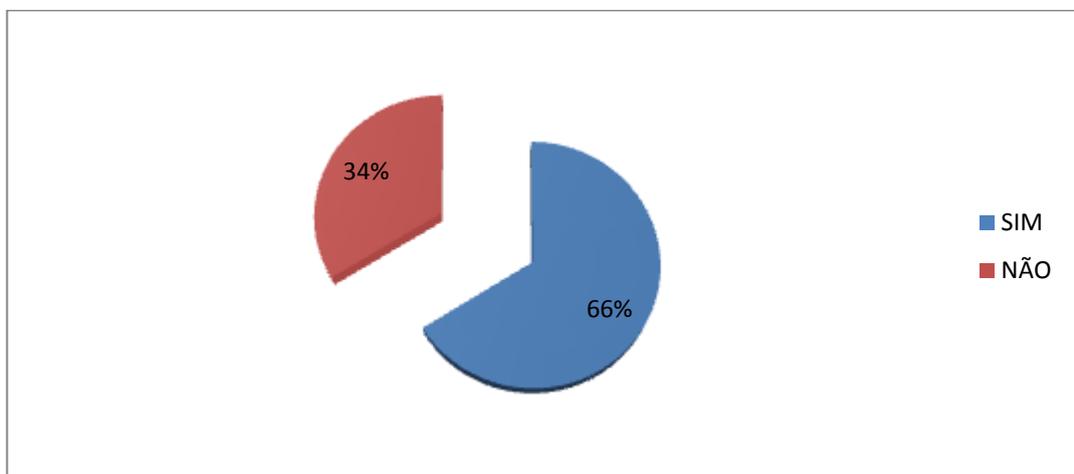


Figura 43 - Teste de mercado sobre a frequência do consumo (n=68)

Constatou-se que apesar do produto não existir no mercado, 66% dos consumidores afirmaram já terem provado esse tipo de produto. Esta resposta pode estar relacionada com facto de associarem este produto a qualquer outro pescado fumado.

## 4.5 Caracterização microbiológica

### 4.5.1 Resultados da amostra refrigerada após 30 dias de armazenamento

Como descrito no ponto 3.2, o tempo de estudo do armazenamento dos filetes foi de 45 dias. Durante esse período, aos 30 dias foi observado nos filetes armazenados em refrigeração a presença de fungos, tal como mostra a figura 44.



Figura 44 - Filetes de carapau fumado após 30 dias de armazenamento em refrigeração

Após esta confirmação, foi analisada uma amostra do produto pelo laboratório de microbiologia (UMA) de forma a identificar o microrganismo presente no produto. Por observação microscópica foi identificado da amostra o género *Penicillium* ssp, microrganismo que pertence ao reino dos fungos, tal como mostra a figura 45.

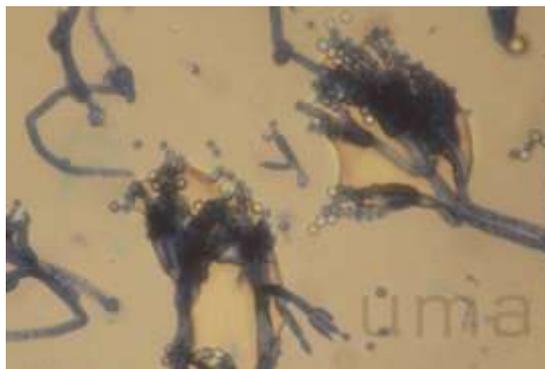


Figura 45 - *Penicillium* ssp. isolado da amostra dos filetes do carapau conservados em refrigeração (30 dias)

Embora raramente isolado em alimentos com baixa atividade de água, a presença desse microrganismo em pescados submetidos a processos de salga ou secagem, mostra a capacidade deste microrganismo sobreviver em meios em que água é um fator limitante.

#### 4.5.2 Resultados das contagens microbiológicas

Segundo descrito no ponto 3.8, foram realizadas contagens dos seguintes parâmetros: Microorganismos a 30°, *Enterobacteriaceae*, Estafilococos coagulase (+), *E. coli*, *Listeria monocytogenes* e Esporos sulfito redutores, nos três métodos de conservação e ao longo do tempo de armazenamento.

##### 4.5.2.1 Contagem de microrganismos a 30°C

O número total de microrganismos a 30°C presentes nos filetes de carapau fumado no tempo 0 foi de 23ufc/g. Ao longo do armazenamento nos três métodos de conservação, o crescimento de microrganismo a 30° não atingiu o limite mínimo tolerável (HPA, 2009).

Na figura 46 pode-se observar a evolução do crescimento de microrganismo a 30°C, nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo dos 45 dias.

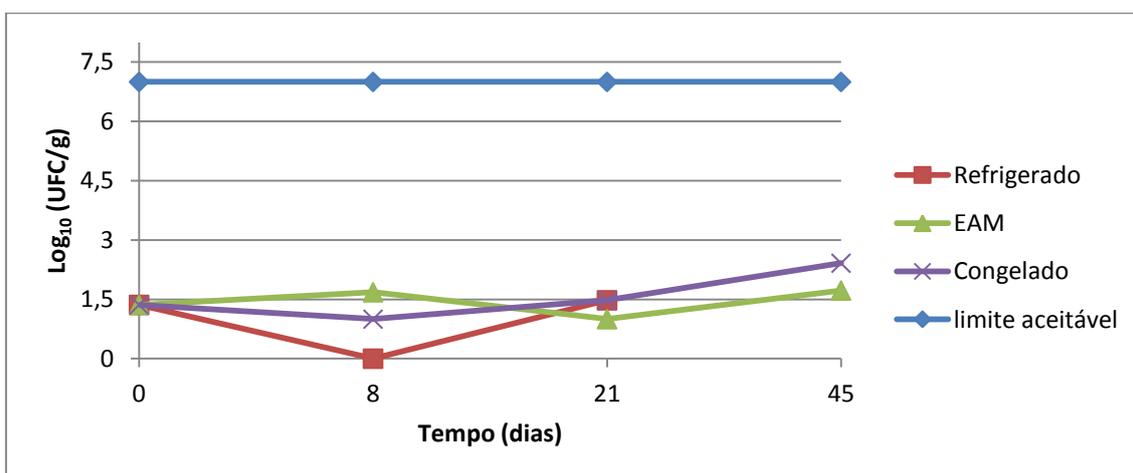


Figura 46 - Evolução do crescimento de microrganismo a 30°C nos filetes de carapau fumados nos diferentes métodos de conservação ao longo dos 45 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

Os resultados mostram que a contagem dos microrganismos a 30°C nos filetes de carapau fumado variou entre <math><10\text{ ufc/g}</math> a <math>2,6 \cdot 10^2\text{ ufc/g}</math>, respectivamente nas amostras com 8 dias em refrigeração e 45 dias em congelação, respectivamente.

Nos primeiros dias de armazenamento (0 a 8 dias), os microrganismos tiveram uma evolução muito diferente em função do método de conservação. Esse comportamento pode estar associado à adaptação dos microrganismos ao meio envolvente.

Durante o armazenamento em refrigeração a contagem não ultrapassou 30 ufc/g. No EAM a evolução dos microrganismos não foi muito notória, sendo que o produto se manteve estável nesse parâmetro. Esse facto pode estar relacionado com a dissolução do  $\text{CO}_2$  no produto e consequentemente o seu efeito bactericida.

### **4.5.2.2 Contagem parâmetros microbiológicos**

As contagens dos parâmetros (*E. coli*, *Listeria monocytogenes*, Estafilococos coagulase (+), Esporos sulfito redutores e enterobactérias) foram realizadas segundo a metodologia descrita nos pontos 3.8.4 a 3.8.8. Ao longo do tempo de armazenamento não foram observados contagens de microrganismos em nenhum dos métodos utilizados para conservar os filetes fumados.

Os resultados obtidos estão em conformidade com o regulamentado (HPA, 2009). Os valores obtidos durante as análises microbiológicas permitiram avaliar o tempo de prateleira dos filetes de carapau fumado para os diferentes métodos de conservação. Os filetes armazenados em congelação e em AM apresentaram o tempo útil de 45 dias a temperatura -18°C e 4°C, respectivamente e os filetes fumados armazenados em refrigeração tiveram o tempo de prateleira de 21 dias a 4°C.

Na tabela 17 pode-se observar os resultados obtidos das contagens dos parâmetros analisados ao longo do armazenamento nos três métodos de conservação, bem como a comparação com valores legislados.

Tabela 17 - Resumo das contagens microbiológicas obtidas durante o armazenamento dos filetes de carapau fumado nos três métodos de conservação

Conservação	Parâmetro	Referências	Limites mínimos tolerados	Resultado	Interpretação
Refrigeração	Contagem de Microorganismos a 30°C	(HPA, 2009)	<10 <sup>6</sup> ufc/g	30 ufc/g	Satisfatório
	EAM	(HPA, 2009)	<10 <sup>6</sup> ufc/g	1,2*10 <sup>4</sup> ufc/g	Satisfatório
Congelação	Contagem de Microorganismos a 30°C	(HPA, 2009)	<10 <sup>6</sup> ufc/g	2,3*10 <sup>4</sup> ufc/g	Satisfatório
	Contagem <i>Enterobacteriaceae</i>	(HPA, 2009)	<100 ufc/g	< 10 ufc/g	Satisfatório
Refrigeração, EAM e Congelação	Contagem <i>Escherichia coli</i>	(HPA, 2009)	< 20 ufc/g	< 10 ufc/g	Satisfatório
	Contagem <i>Listeria monocytogenes</i>	REG (CE) n° 2073/2005	não presente em 25g de alimento	< 10 ufc/g	Satisfatório
	Contagem <i>Stafilococos coagulase (+)</i>	(HPA, 2009)	< 20 ufc/g	< 10 ufc/g	Satisfatório
	Contagem Esporos	(HPA, 2009)	<10 ufc/g	< 1 ufc/g	Satisfatório

## 4.6 Caracterização da textura

A avaliação da textura é um parâmetro importante na aceitação de um produto alimentar. Ao longo deste trabalho, realizou-se uma análise de textura de perfil (TPA), que simula duas dentadas. Os resultados foram expresso através de um texturograma que permitiu a leitura direta de 2 parâmetros nomeadamente, a dureza e a adesividade. Posteriormente foram calculados os restantes parâmetro: a coesividade e a gomosidade. A textura no pescado é influenciada pela estrutura muscular (tecido conjuntivo), propriedades bioquímicas (teor de humidade, lípidos) e proteínas miofibrilares (Wu et al., 2014). Os resultados dos parâmetros de textura foram também correlacionados com a análise sensorial através da análise multivariadas de correlação canónica.

### 4.6.1 Avaliação da dureza

A dureza é a força máxima necessária para comprimir a amostra, expressa em Newtons (N) (Herrero et al., 2007). Nos texturogramas, a dureza representa o pico mais elevado da primeira curva quando feita a análise do perfil de textura. Foi feita a avaliação da dureza. nos filetes de carapau fumado, conservados em refrigeração, atmosfera modificada e congelação, segundo a metodologia descrita no ponto 3.9, ao longo de 45 dias de armazenamento.

Na figura 47 estão representados os resultados obtidos da dureza dos filetes de carapau fumado ao longo de 45 dias nos diferentes métodos de conservação.

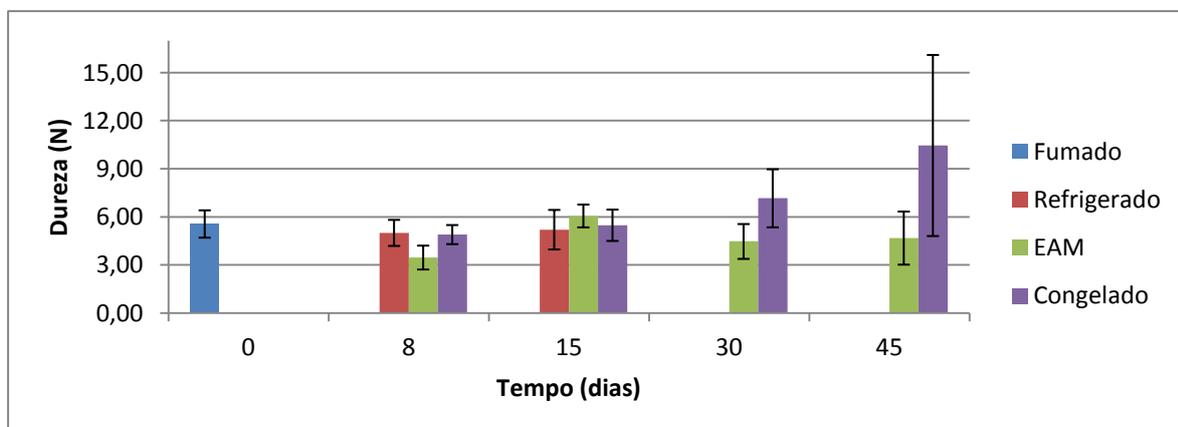


Figura 47 - Resultados da avaliação da dureza nos filetes de carapau nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias de armazenamento (n=8).

## Resultados e discussão

Através da figura 47, foi possível observar de uma forma geral, que não ocorreram alterações neste parâmetro ao longo dos primeiros 15 dias de armazenamento nos diferentes métodos de conservação.

A dureza variou ao longo do tempo conforme o método de armazenamento. Nos filetes armazenados em refrigeração não foram observadas alterações notórias, o mesmo acontece no EAM. O valor mais elevado da dureza foi observado no armazenamento em congelação com cerca de  $10,46 \pm 5,65$  N.

Na tabela 18 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante a avaliação da dureza ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste de variância (ANOVA) nos três métodos de conservação.

Tabela 18 - Resultados obtidos após a aplicação do teste t tukey da dureza ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
EAM	0		<b>0,003528</b>	0,880743	0,269236	0,479693
	8	<b>0,003528</b>		<b>0,000349</b>	0,347360	0,178204
	15	0,880743	<b>0,000349</b>		<b>0,039574</b>	0,095949
	30	0,269236	0,347360	<b>0,039574</b>		0,994747
	45	0,479693	0,178204	0,095949	0,994747	
Congelação	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		0,988357	0,999997	0,765314	<b>0,008508</b>
	8	0,988357		0,992867	0,471170	<b>0,002319</b>
	15	0,999997	0,992867		0,732172	<b>0,007287</b>
	30	0,765314	0,471170	0,732172		0,135745
	45	<b>0,008508</b>	<b>0,002319</b>	<b>0,007287</b>	0,135745	

Após análise o teste t tukey foram observadas diferenças significativas entre as amostras em congelação e EAM. Nos filetes armazenados em refrigeração não foram detetadas diferenças significativas. No EAM as diferenças formam maiores nos primeiros 30 dias de armazenamento.

As diferenças registadas no EAM podem estar relacionadas com a percentagem de humidade, visto que se verificou uma redução da dureza e nesse método de conservação a percentagem humidade foi elevada, e/ou a

heterogeneidade da amostra. Durante a conservação em congelação, as variações não foram significativas até aos 45 dias de armazenamento.

#### 4.6.2 Avaliação da adesividade

A adesividade foi avaliada nos filetes fumados ao longo do tempo, pelo método descrito no ponto 3.9. Através deste parâmetro pode-se avaliar o trabalho necessário para vencer as forças de tração entre a superfície do alimento e as superfícies com as quais este entra em contacto, é expressa em (N.s). Nos texturogramas representa a primeira área negativa.

Na figura 48 estão apresentados os resultados obtidos da adesividade nos filetes de carapau fumado conservados nos três métodos de conservação ao longo de 45 dias de armazenamento.

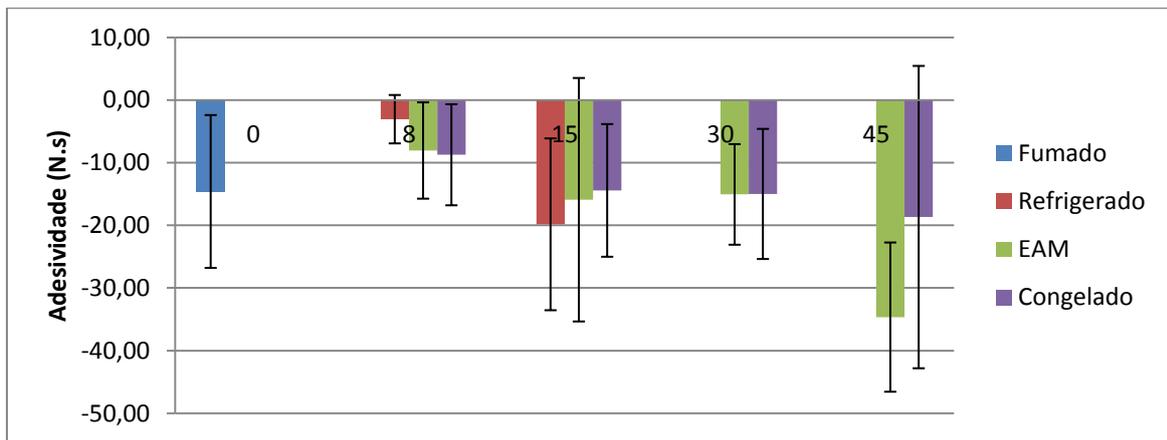


Figura 48 - Avaliação da adesividade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8)

De acordo com a figura 48, observa-se que a adesividade variou de acordo com os três métodos de conservação aplicados, De uma forma geral, constatou-se uma diminuição em relação ao controlo em todos os métodos de conservação.

No armazenamento em refrigeração e EAM verificaram-se alterações mais notórias ao longo do armazenamento, sendo o aumento mais evidenciado aos 15 dias nos filetes armazenados em refrigeração e aos 45 dias no EAM. Enquanto que em congelação não foram evidenciadas alterações muito sinificativas.

## Resultados e discussão

Na tabela 19 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante a avaliação da adesividade ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste de variância (ANOVA) nos três métodos de conservação

Tabela 19 - Resultados obtidos após o teste t tukey da variável adesividade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15		
Refrigeração	0		0,107586	0,604692		
	8	0,107586		<b>0,014493</b>		
	15	0,604692	<b>0,014493</b>			
EAM	Tempo (dias)	0	8	15	30	45
	0		0,835488	0,999594	0,999993	<b>0,023717</b>
	8	0,835488		0,723709	0,798327	<b>0,001546</b>
	15	0,999594	0,723709		0,999929	<b>0,039364</b>
	30	0,999993	0,798327	0,999929		<b>0,028481</b>
	45	<b>0,023717</b>	<b>0,001546</b>	<b>0,039364</b>	<b>0,028481</b>	

O teste t Tukey, revelou neste parâmetro diferenças significativas entre as amostras dos filetes fumados conservados em refrigeração e EAM. Para os dois métodos de conservação, verificou-se que as alterações foram significativamente diferentes no último período de conservação (15 dias em refrigeração e 45 dias no EAM).

Durante o armazenamento em congelação não foram detetadas diferenças significativas entre as amostras ao longo do período de conservação. Podendo se concluir que este método não provocou alterações.

### 4.6.3 Avaliação da coesividade

A coesividade foi avaliada nos filetes armazenados nos três métodos de conservação, segundo a metodologia descrita no ponto 3.9. Esse parâmetro permite avaliar a força de ligações internas da estrutura do alimento.

Na figura 49 estão apresentados os resultados obtidos de coesividade nos filetes de carapau fumado, nos diferentes métodos de conservação, ao longo de 45 dias de armazenamento.

## Resultados e discussão

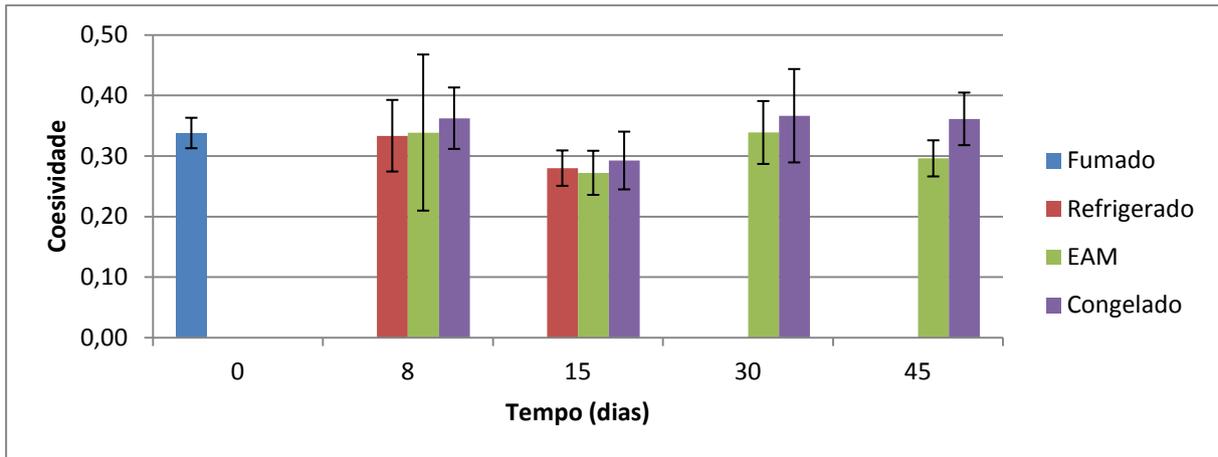


Figura 49 - Resultados da avaliação da adesividade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8)

De acordo com a figura 49, verificou-se até aos 15 dias de armazenamento um comportamento idêntico nos filetes de carapau fumado em relação a coesividade. Sendo que se registou um aumento aos 8 dias de armazenamento e uma redução aos 15 dias.

Na tabela 20 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante a avaliação da coesividade ao longo dos 45 dias, depois de aplicado o teste de variância (ANOVA) nos três métodos de conservação

Tabela 20 - Resultados obtidos após aplicação do teste t tukey da coesividade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo (dias)	0	8	15
Refrigeração	0		0,973670	<b>0,025275</b>
	8	0,973670		<b>0,040372</b>
	15	<b>0,025275</b>	<b>0,040372</b>	

Após análise estatística de variância (ANOVA), foram detetadas diferenças significativas durante o armazenamento em refrigeração e congelação. No entanto após a realização do teste t tukey, a diferença significativa foi revelada na amostra armazenada aos 15 dias em refrigeração, sendo a diferença observada com ANOVA durante a conservação em congelação não significativa visto que o valor de  $p = 0,05$ .

Pode-se concluir que não existem alterações da coesividade durante o armazenamento em congelação e EAM.

#### 4.6.4 Avaliação da gomosidade

A gomosidade foi avaliada segundo a metodologia descrita no ponto 3.8. Este parâmetro de textura permite avaliar a energia requerida para mastigar um semi-sólido, é expressa em Newtons. Ao longo deste estudo foi avaliada nos filetes de carapau fumado armazenados nos diferentes métodos de conservação, durante 45 dias.

Na figura 50 estão apresentados os resultados obtidos de gomosidade nos filetes de carapau fumado, nos diferentes métodos de conservação, ao longo de 45 dias de armazenamento.

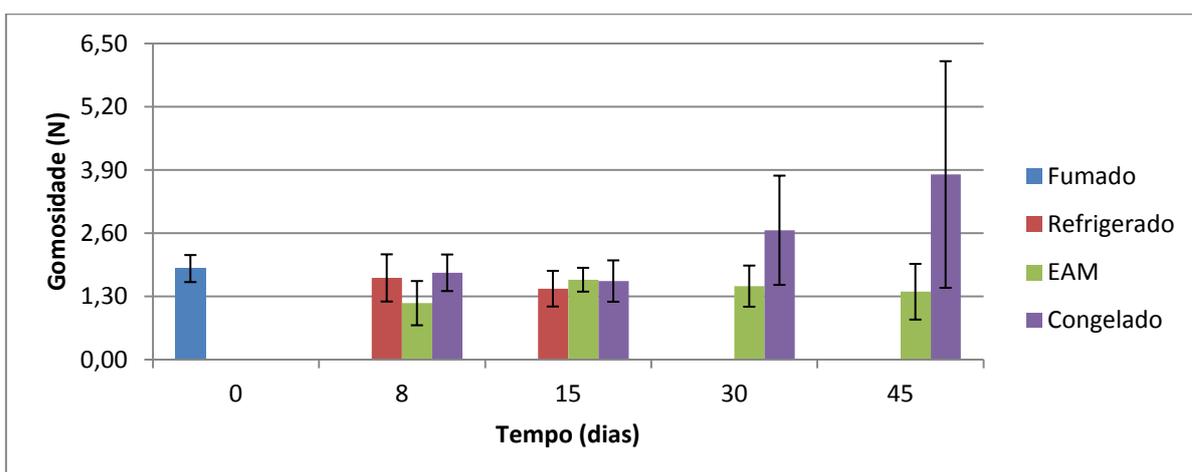


Figura 50 - Resultados da avaliação da gomosidade nos filetes de carapau fumado armazenados nos três métodos de conservação, ao longo de 45 dias. (n=8)

De acordo com a figura 50, não foram observadas alterações durante o armazenamento em refrigeração e EAM ao longo do tempo. Nesses dois métodos de conservação os valores da gomosidade ao longo do período de armazenamento foram inferiores ao controlo.

Durante o armazenamento em congelação, a gomosidade aumentou ao longo do tempo. Tendo sido neste método de conservação que se registou o valor mais elevado da gomosidade durante o estudo.

## Resultados e discussão

Na tabela 21 estão apresentados o valor  $p$  (probabilidade de significância) obtido durante a avaliação da gomosidade ao longo dos 45 dias, depois de aplicado a análise de variância (ANOVA) nos três métodos de conservação.

Tabela 21 - Resultados obtidos após aplicação do teste t Tukey da variável gomosidade ao longo do armazenamento, (diferença significativa para o valor  $p < 0,05$ )

Conservação	Tempo	0	8	15	30	45
EAM	0		<b>0,012240</b>	0,798377	0,417168	0,166227
	8	<b>0,012240</b>		0,158304	0,449178	0,784915
	15	0,798377	0,158304		0,967792	0,753916
	30	0,417168	0,449178	0,967792		0,980317
	45	0,166227	0,784915	0,753916	0,980317	
Congelação	Tempo	0	8	15	30	45
	0		0,999903	0,992527	0,678923	<b>0,020350</b>
	8	0,999903		0,998542	0,588775	<b>0,014058</b>
	15	0,992527	0,998542		0,415430	<b>0,006678</b>
	30	0,678923	0,588775	0,415430		0,323465
	45	<b>0,020350</b>	<b>0,014058</b>	<b>0,006678</b>	0,323465	

Após a análise estatística, foram encontradas diferenças significativas em congelação e EAM. No EAM constatou-se uma maior diferença aos 8 dias de armazenamento e após esse período a gomosidade manteve-se estável até ao fim do armazenamento. Essa diferença pode ser atribuída ao período de adaptação dos filetes ao processo de conservação e ou a heterogeneidade da amostra.

A conservação em refrigeração não teve influência no comportamento da gomosidade ao longo do tempo, visto que não foram encontradas diferenças significativas ao longo do tempo de conservação.

### 4.7 Análises global de resultados

Para uma melhor percepção dos dados obtidos ao longo do estudo nos distintos métodos de conservação, foi efetuado um tratamento global dos resultados utilizando uma análise multivariada: análise de componentes principais

(ACP) e análise de correlações canônicas (ACC) utilizando o software StatSoft, Inc. (2004) (Barbosa et al.,2011).

A ACC tem por finalidade obter a partir dos grupos multivariados previamente definidos, conjuntos de variáveis fortemente correlacionadas entre si, sendo essas variáveis que melhor discriminarão os grupos multivariados denominadas canônicas.

A ACP tem por objetivo simplificar uma matriz complexa de dados iniciais, através da definição de um conjunto reduzido de componentes principais, a partir dos quais é possível produzir alguns aspectos gráficos que evidenciam as principais estruturas existentes nos dados.

### **4.7.1 Análise de componentes principais (ACP)**

As análises efetuadas anteriormente têm a vantagem de estudar cada parâmetro isoladamente. Mas tal não é suficiente, pois perde-se a noção das relações entre as diferentes variáveis de um mesmo tipo, ou entre variáveis de diferentes tipos.

A matriz com os resultados relativos a parâmetros químicos foi analisada através de uma análise de componentes principais (ACP). Trata-se de uma análise que permite evidenciar as relações entre as variáveis de um mesmo conjunto de dados, sendo que as variáveis são em geral as colunas da matriz de dados.

A partir de  $P$  variáveis iniciais, a ACP calcula a matriz de correlação entre todas as variáveis e em seguida procura a definição de um conjunto de  $P$  componentes principais ( $CP_1, CP_2, \dots, CP_P$ ), ordenadas por ordem decrescente de importância, em que cada componente principal corresponde a um conjunto de variáveis iniciais correlacionadas entre si. As primeiras componentes principais contêm a informação essencial, e as últimas são desprezáveis, porque só contêm erros e informação aleatória. A importância de cada CP é dada pelos valores próprios da matriz de correlação entre as variáveis iniciais, e a direção de cada CP é dada pelos vetores próprios dessa mesma matriz.

## Resultados e discussão

Para interpretar uma ACP fazem-se gráficos das relações entre os casos estudados e os vetores próprios, que são as componentes principais (CP) e explica-se cada CP através das relações entre as variáveis iniciais e os vetores próprios. Assim, é possível visualizar as principais estruturas dos dados e a forma como as variáveis iniciais se relacionam entre si.

Nas figuras 51 e 52 estão apresentados as CP1 vs CP2 obtidas durante ACP dos parâmetros físico-químico: proteínas, gordura, cloretos, ABVT, humidade, cinzas, pH e  $a_w$  ao longo do tempo de armazenamento dos filetes de carapau fumado nos diferentes métodos de conservação.

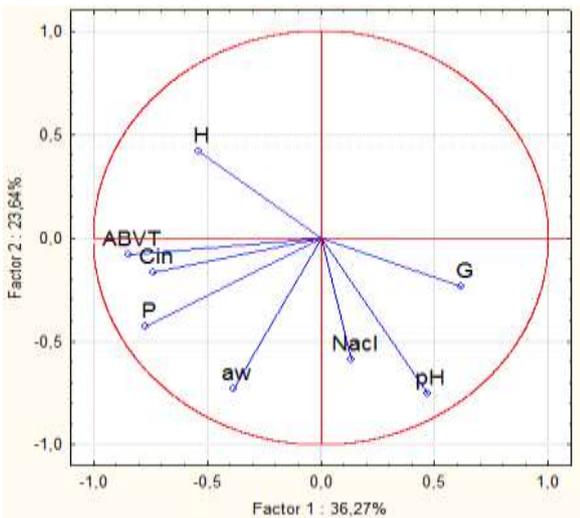


Figura 51 - CP1 vs CP2 (36,27% vs 23,64%) em relação as variáveis

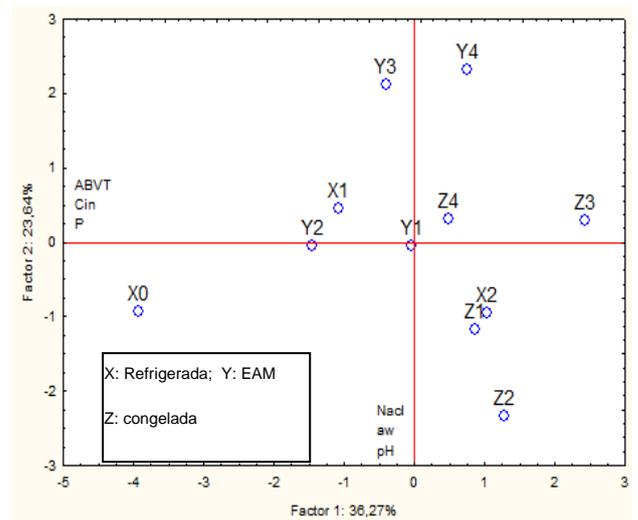


Figura 52 - CP1 vs CP2 (36,27% vs 23,64%) ao longo do tempo de armazenamento

É possível observar através da figura 51 que a CP1 representa as variáveis ABVT, cinzas e proteínas, correlacionadas entre si, enquanto que a CP2 representa a correlação entre a  $a_w$  e o pH (e um pouco com o sal). Verifica-se que em relação ao  $X_0$  (fumado do dia) as restantes amostras sujeitas a diferentes tipos de conservação alteraram-se um pouco. Nomeadamente, todas se afastam para a direita na figura 52, tendo por isso, em termos relativos, teores mais baixos de ABVT, cinzas e proteínas. De uma maneira geral não existe muita diferença entre os métodos de conservação, com exceção das amostras em AM nos últimos tempos de armazenamento que têm menor  $a_w$  e são mais ácidas, ao contrário da  $Z_2$  (8 dias em congelamento).

#### 4.7.2 Análise de correlações canônicas (análise sensorial vs textura)

A análise de correlações canônicas (ACC) é semelhante à ACP, mas aplica-se a duas matrizes que se pretende comparar, normalmente referidas como matriz da esquerda (E) e matriz da direita (D). A análise procura um primeiro conjunto de variáveis da matriz E, correlacionadas entre si, que constituem uma primeira dimensão canônica ( $DC_E$ ) e um conjunto de variáveis iniciais da matriz D, também correlacionadas entre si, que constituem uma primeira dimensão canônica ( $DC_D$ ), sendo que essas dimensões canônicas de ambos os conjuntos E e D estão correlacionados entre si. Ao valor dessa correlação, que é a raiz quadrada do respetivo valor próprio, chama-se "primeira correlação canônica", e informa sobre a correlação entre conjuntos de variáveis de matrizes diferentes. A ACC prossegue para o cálculo de uma segunda correlação canônica, e assim por diante. Utilizam-se apenas as correlações canônicas mais elevadas, fazendo-se gráficos da  $DC_{E1}$  vs  $DC_{D1}$ ,  $DC_{E2}$  vs  $DC_{D2}$ , etc.

Para a ACC, na matriz E foram considerados os parâmetros sensoriais (uniformidade da cor, consistência do filete, aroma agradável a peixe e suave do fumo, sabor a sal e amargo do fumo) e na matriz D os parâmetros de textura (dureza, adesividade, coesividade e gomosidade), ao longo do tempo de armazenamento e nos diferentes métodos de conservação.

Na tabela 22 encontram-se os *eigenvalues* obtidos durante a análise de correlações canônicas. Relembrando que a raiz quadrada desses valores representa as correlações canônicas propriamente ditas, verifica-se que existem duas correlações importantes, com os valores 0,997 e 0,942 entre os dados da textura e os dados sensoriais.

Tabela 22 - *Eigenvalues* (análise senórial vs Textura)

	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4
Value	0,993974	0,887590	0,766515	0,028928

#### 4.7.2.1 Primeira correlação canónica

Nos parâmetros relativos à análise sensorial, as variáveis mais importantes para a primeira dimensão canónica, foram a consistência do filete, o sabor a sal e o amargo do fumo. Nos parâmetros relativos à textura, a dureza e adesividade foram os mais importantes para a primeira dimensão canónica.

Na figura 53 apresenta-se o gráfico das primeiras correlações canónicas, conjugando a primeira dimensão canónica da matriz E (sensorial) com a mesma dimensão da matriz D (textura), ao longo do tempo de armazenamento dos filetes de carapau fumado nos diferentes métodos de conservação.

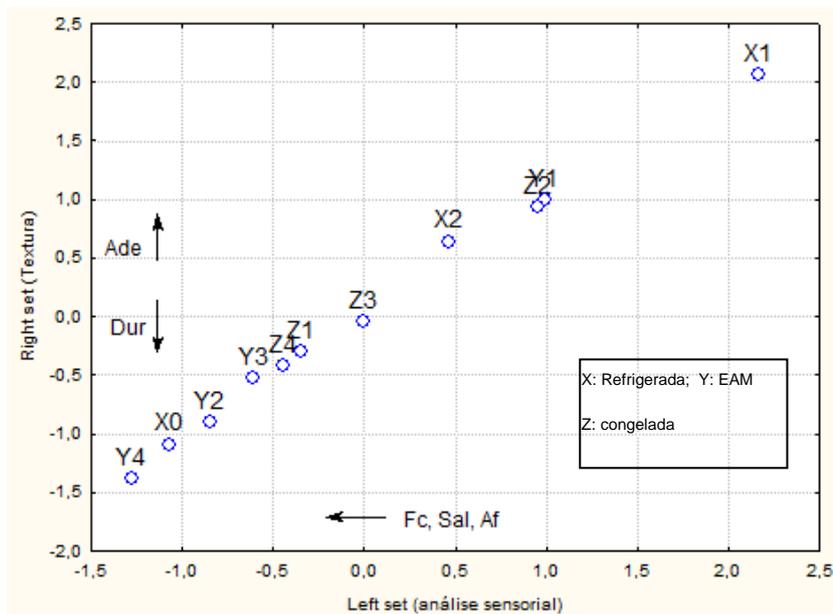


Figura 53 - Primeiras dimensões canónicas da ACC (textura vs análise sensorial) ao longo dos 45 dias de armazenamento

De acordo com a figura 53 pode-se constatar que existe uma correlação muito forte entre os parâmetros de textura e sensoriais aqui representados. Ao longo do armazenamento as amostras mais duras foram identificadas pelos consumidores como tendo o filete consistente, com elevado teor de sal e sabor amargo do fumo.

Observou-se que as amostras  $Y_4$ ,  $X_0$ ,  $Y_2$  eram mais duras e os atributos sensoriais consistência do filete, sal e amargo do fumo mais presentes. O contrário foi identificado na amostra  $X_1$ . As restantes amostras encontram-se na

zona intermédia. Podemos concluir assim que os provadores analisaram as amostras de forma consistente com os resultados obtidos pelo texturómetro. Podemos também concluir que os métodos de conservação não tiveram grande influencia nestes parâmetros, pois não se verifica uma tendência que separe diferentes métodos ou que separe diferentes períodos de armazenamento.

#### 4.7.2.2 Segunda correlação canónica

Neste caso os parâmetros sensoriais mais importantes na segunda dimensão canónica foram consistência do filete e sabor amargo do fumo. Na textura destacaram-se a coesividade e adesividade.

Na figura 54 estão apresentados as segundas dimensões obtidas durante ACC (análise sensorial vs análise de textura) Através da figura 54 constata-se a presença de dois grupos bem distintos de amostras, sendo verificado que a amostra Y2 é muito diferente das restantes. Podemos concluir que apesar da segunda correlação canónica ser elevada, tal deve-se essencialmente a essa amostra, pelo que se deve considerar esta segunda correlação como "forçada".

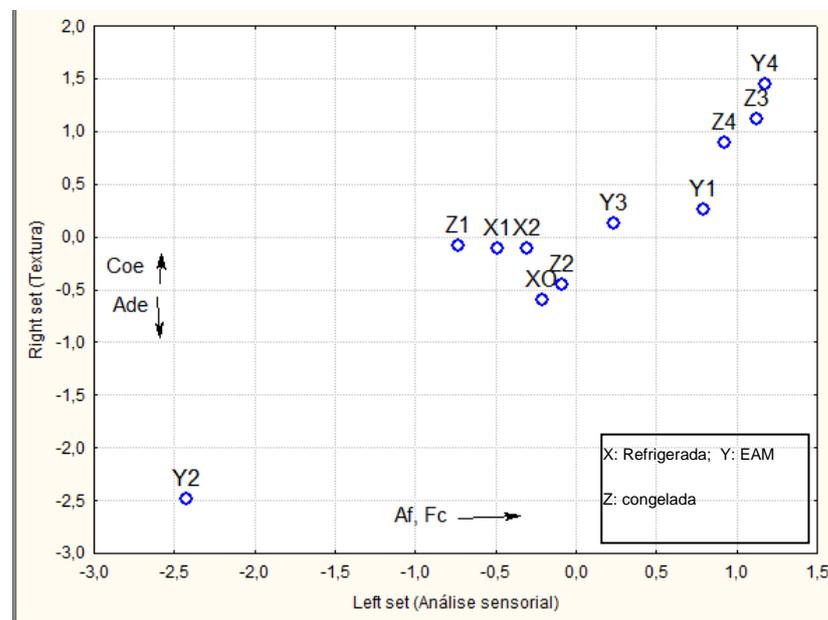


Figura 54 - Segundas correlações da ACC (textura vs análise sensorial) ao longo de 45 dias de armazenamento.



## 5 CONCLUSÃO

No presente trabalho desenvolveram-se dois processos tecnológicos no processamento de carapau, permitindo assim a produção de filetes fumados e patés de carapau fumado. Verificou-se que a utilização de fumagem a quente permite o aumento do efeito conservante pela diminuição da atividade da água.

A adição da lecitina nos patés melhorou consideravelmente a textura, mantendo a emulsão estável após o tratamento térmico do produto. Além disso a substituição parcial do óleo pela margarina conferiu ao paté maior espalhabilidade e homogeneidade na textura final.

Durante o estudo do tempo de prateleira dos filetes de carapau fumado, a avaliação sensorial realizada nos diferentes métodos de conservação não revelou defeitos nos filetes ao longo do tempo de armazenamento. Estatisticamente, concluiu-se que não existiam diferenças significativas entre as amostras nos métodos sujeitos de conservação e ao longo do tempo de armazenamento. No estudo com os consumidores o produto foi considerado moderadamente agradável (n=68).

Dos parâmetros monitorizados ao longo do estudo, a carga microbiana não foi um fator limitante, uma vez que verificou-se um crescimento inferior ao limite regulamentado na contagem de microrganismos a 30°C em todos métodos de conservação. Nos restantes parâmetros a contagem ao longo do armazenamento foi <10ufc/g nos distintos métodos de conservação. Pode-se concluir que a qualidade da matéria-prima e fatores extrínsecos como a temperatura, atmosfera modificada (60/40 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) e uso de boas práticas de higiene ajudaram a manter níveis muito baixos de crescimento microbiológico.

A utilização dos distintos métodos de conservação neste trabalho aumentaram o tempo de vida útil dos filetes de carapau fumado. Foi verificado em refrigeração o tempo de prateleira de 21 dias e em atmosfera modificada (60/40 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) e congelação o tempo obtido foi de 45 dias. Esse período é superior em

## Conclusão

aproximadamente 10 dias em relação ao prazo de validade em estudos similares desse género de produtos.

Durante a caracterização físico química, observou-se que os parâmetros físicos tais como pH e  $a_w$  sofreram alterações ao longo do tempo, sendo verificado um aumento de pH e diminuição da  $a_w$  ao longo do armazenamento, nos diferentes métodos de conservação. Na composição química, o teor em cinzas e sal não tiveram alterações significativas, em relação aos processos de conservação aplicados.

Verificaram-se diferenças significativas no teor de proteínas em todos os métodos de conservação, que podem estar relacionadas com a perda nos exsudados e a heterogeneidade da amostra em estudo (existência de zonas mais diferenciadas pelo processo de fumagem e pela heterogeneidade do produto em causa).

Registou-se uma diminuição da adesividade e coesividade na textura dos filetes no final do armazenamento em refrigeração e diminuição da gomosidade, dureza e adesividade em EAM, enquanto que nos filetes conservados em congelação houve um aumento da dureza e gomosidade.

Após a análise de correlações canónicas pode-se concluir que os métodos de conservação não tiveram grande influência nos parâmetros de textura vs análise sensorial, pois não se verifica uma tendência que separa diferentes métodos ou que separa diferentes períodos de conservação. Em relação aos parâmetros físico-químicos a análise de componentes principais não revelou no geral diferenças entre os métodos de conservação.

## Referências bibliográficas

### BIBLIOGRAFIA

Ackman, R. G. (1989). NUTRITIONAL COMPOSITION OF FATS IN SEAFOODS. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13(3-4), 161-241.

Alakali, J. S., Faasema, J., e Utongo, N. (2013). DESIGN, FABRICATION AND PERFORMANCE EVALUATION OF AN IMPROVED FISH SMOKING KILN. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 413-418. doi: 10.1111/j.1745-4549.2011.00665.x

Alcicek, Z., Zencir, O., Cakirogullari, G. C., e Atar, H. H. (2010). The Effect of Liquid Smoking of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Fillets on Sensory, Meat Yield, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Content, and Chemical Changes. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3), 264-273. doi: 10.1080/10498850.2010.512995

Alfaro, B., Hernandez, I., Balino-Zuazo, L., e Barranco, A. (2013). Quality changes of Atlantic horse mackerel fillets (*Trachurus trachurus*) packed in a modified atmosphere at different storage temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9), 2179-2187. doi: 10.1002/jsfa.6025

Ahmad, J. L. (2003). *Smoked foods/ Application of smoking*. University of Lincolnshire and Humberside - UK, 5309p.

Arvanitoyannis, I. S., e Kotsanopoulos, K. V. (2012). Smoking of Fish and Seafood: History, Methods and Effects on Physical, Nutritional and Microbiological Properties. *Food and Bioprocess Technology*, 5(3), 831-853. doi: 10.1007/s11947-011-0690-8

Babic, J. A., Dimitrijevic, M. R., Milijasevic, M. P., Dordevic, V. Z., Petronijevic, R. B., Grbic, S. M., e Spiric, A. T. (2014). EFFECT OF MODIFIED ATMOSPHERIC CONDITIONS AND VACUUM PACKAGING ON SELECTED CHEMICAL PARAMETERS THAT DEFINE FRESHNESS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) AND CARP (*Cyprinus carpio*). *Hemijaska Industrija*, 68(1), 69-76. doi: 10.2298/hemind130304030b

Bannerman, A. M. (1980). *Hot Smoking fish*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station note nº 82. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org) consultado a 3 de Março de 2014.

Barbosa, C., Oliveira, M. B, e Alves, M. R. (2011). Chemometrics in food authentication, in: *Current topics on food authentication*. Oliveira, M. B, Mafra, I., Amaral, J. S. (Eds). Transworld Research Network, Kerala, India.

Boyd, L., e Ryder, J. (1996). *Fish Processing*. Crop and Food Research. Ed.Heather Wansbrough.6p.

## Referências bibliográficas

Buckley, M., Cowan, C., e McCarthy, M. (2007). The convenience food market in Great Britain: Convenience food lifestyle (CFL) segments (Elsevier ed., pp. 600-617). Ireland: Appetite.

Cabral, H. N., e Murta, A. G. (2002). The diet of blue whiting, hake, horse mackerel off Portugal. *Journal of Applied Technology*, 8, 14-23.

Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., e Tolasa, S. (2006). Compararison of de shelf lifes of MAP and vaccum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*) (pp. 19-26). Turkey: Fish Processing Technology Departement, Fisheries Faculty.

Carvalho, J.S. (2010) Conservação de espetadas de perú em atmosfera modificada, Tese de mestrado em Empreendedorismo e Inovação na indústria Alimentar. Instituto politécnico de Viana do castelo, 261p.

Celik, M. (2008). Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5), 933-938. doi: 10.1111/j.1365-2621.2007.01549.x

Chatzikyriakidou, K., e Katsanidis, E. (2012). Effect of Liquid Smoke Dipping and Packaging Method on the Keeping Quality of Raw and Cooked Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(5), 445-454. doi: 10.1080/10498850.2011.608918

Cooksey, K. (2014). Modified atmosphere packing of meat, poultry and fish *Food Science Technology*, USA. pp. 175-186.

Debling, G. B., Homer, W., e Clifford, M. (1982). *Fish Handling Preservation and Processing in the tropics : Part 2 (Second ed.)*. London: Tropical Development and Research Institute.

Dias, J. F., Menezes, R., Guia, F., e Guerreiro, V. (2001). A saga do "Fiel Amigo": As industrias Portuguesas do Bacalhau. *Global Economics and Management*, 11.

DocaPesca Portos e Lotas SA. (2013). *Estatísticas Anuais-Espécie*. Viana do Castelo.

Etienne, M., Ifremer, e Nantes. (2005). Methods for chemical assessment: Volatile amines as criteria for chemical quality assessment. *Seafood plus*. pp. 4-22. France:.

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1995). *Securing sustainable small-scale fisheries*. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org), Consultado em 6 de Maio de 2014.

## Referências bibliográficas

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2012). Fishery and aquaculture Statistics-Yearbook 2010. Rome.

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). Fish and Fishery products: World apparent consumption Statistics based on food balance.- Yearbook. Rome.

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). Fisheries and Aquaculture department. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org). Consultado a 2 de fevereiro de 2014.

Farouk, M. M e Swan, J. E. (1998). Effect of Muscle Condition Before Freezing and Simulated Chemical Changes During frozen Storage on the pH and Colour of Beef. *Meat science*, Vol 50, 2; 245-256.

Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 2ª Edição. pp. 563. USA.

Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Serra, J. A., e Barat, J. M. (2010). Development of a smoked sea bass product with partial sodium replacement. *Lwt-Food Science and Technology*, 43(9), 1426-1433. doi: 10.1016/j.lwt.2010.04.013

Garcia-Moreno, P. J., Perez-Galvez, R., Espejo-Carpio, F. J., Munio, M. M., Guadix, A., e Guadix, E. M. (2013). Lipid characterization and properties of protein hydrolysates obtained from discarded Mediterranean fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(15), 3777-3784. doi: 10.1002/jsfa.6266

Ghaly, A. E, Dave, D., Budge, S., Brooks, M. S. (2010). Fish Spoilage Mechanisms and Preservation techniques: Review. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7): 859-877.

Garrido, S., Murta, A. G., Moreira, A., Ferreira, M. J., e Angelico, M. M. (2008). Horse mackerel (*Trachurus trachurus*) stomach fullness off Portugal: index calibration and spatio-temporal variations in feeding intensity. *Ices Journal of Marine Science*, 65(9), 1662-1669. doi: 10.1093/icesjms/fsn169

Gomez-Guillén, C., Gomez-Estaca, J., Gimenez, B., e Montero, P. (2008). Alternative fish species for cold-smoking process. *Food Science and Technology*, nº44.

Goulas, A. E., e Kontominas, M. G. (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93(3), 511-520. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.09.040

Gram, L., e Huss, H. H., (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 121-137. doi: 10.1016/0168-1605(96)01134-8

## Referências bibliográficas

Guizani, N., Rahman, M. S., Al-Ruzeiqi, M. H., Al-Sabahi, J. N., e Sureshchandran, S. (2014). Effects of brine concentration on lipid oxidation and fatty acids profile of hot smoked tuna (*Thunnus albacares*) stored at refrigerated temperature. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 51(3), 577-582. doi: 10.1007/s13197-011-0528-4

Herrero, A. M., Ordonez, J. A., de Avila, R., Herranz, B., de la Hoz, L., e Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77(3), 331-338. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.03.022

Huss, H. (1995). Quality and changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper-348. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org). Consultado a 1 Junho 2014.

Huss, H. H. (1988). El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Manual de capacitação preparado pelo programa FAO/DANIDA em Tecnologia e controlo de qualidade de pescado. (pp. 128). Roma.

International Council for the Exploration of the Sea ICES. (2012). Report of the working group on southern Horse Mackerel, Anchovy and sardine. Portugal.

Instituto Nacional de Pesca INE. (2012). Estatísticas da Pesca. Edição 2013, Lisboa.

INOVMAR, (2013). Inovação e Processamento de Produtos do mar, Viana do Castelo, nº 31-04-01-fep 0185.

International Standard ISO 48331-1: 2013. Microbiology of the food chain-horizontal method for the enumeration of microorganisms; Part1: Colony count at 30°C by the pour plate technique, 9p.

International Standard ISO 21528-2: 2004. Microbiology of the food and animal feeding stuff-horizontal methods for the Enterobacteriaceae; Part 2: Colony count method, 10p.

International Standard ISO 16649-2: 2001. Microbiology of the food and animal feeding stuff-horizontal methods for the enumeration of b-glucuronidase-positive *Escherichia coli*; Part 2: Colony count technique at 44°C using 5-bromo-4chloro-3indolyl b-d-glucuronide, 8p.

International Standard ISO 11290-2: 1998. Microbiology of the food and animal feeding stuff-horizontal methods for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*; Part 2: enumeration method, 4p.

International Standard ISO 7218: 2007/ Amd. 1: 2013 (E). Microbiology of the food and animal feeding count technique, 5p.

International Standard ISO 6888-1: 1998/Amd.1: 2003. Microbiology of the food and animal feeding stuff-horizontal methods for the enumeration of

## Referências bibliográficas

coagulase-positive Staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species); Part 1: technique using Baird-Parker agar, 11p.

Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. N., e Kontominas, M. G. (2009). Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Food Microbiology*, 26(5), 475-482. doi: 10.1016/j.fm.2009.02.008

Kris-Ertherton, P. M, Harris, W. S., e Appel, L. J. (2002). Fish consumption, Fish oil, Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *AHA Scientific Statement*, 80: 242-327.

Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C., e Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97(2), 197-206. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.003

Mangaraj, S., Goswami, T. K., e Mahajan, P. V. (2009). Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review. *Food Engineering Reviews*, 1(2), 133-158. doi: 10.1007/s12393-009-9007-3

Martinez, O., Salmeron, J., Guillen, M. D., e Casas, C. (2010). Effect of freezing on the physicochemical, textural and sensorial characteristics of salmon (*Salmo salar*) smoked with a liquid smoke flavouring. *Lwt-Food Science and Technology*, 43(6), 910-918. doi: 10.1016/j.lwt.2010.01.026

Nisa, K., e Asadullah, K. (2011). Seasonal variation in chemical composition of the Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from Karachi Coast. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1), 67-74.

Norma Portuguesa NP 2262/1986. Regras gerais para a pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores. Instituto Português da Qualidade, 8p.

Norma Portuguesa NP 2929/1988. Determinação do teor de cloretos em pescado. Instituto Português da Qualidade, 4p.

Norma Portuguesa NP 1974/1992. Determinação do teor de matéria gorda total em pescado. Instituto Português da Qualidade, 4p.

Norma Portuguesa NP 2032/1988. Determinação do teor de cinzas em pescado. Instituto Português da Qualidade, 4p.

Norma Portuguesa NP 2282/1991. Determinação do teor de humidade em pescado. Instituto Português da Qualidade, 4p.

Norma Portuguesa NP 4488/2009. Determinação do teor de azoto total e cálculo de proteína bruta em pescado. Instituto Português da Qualidade, 8p.

## Referências bibliográficas

Ocano-Higuera, V. M., Maeda-Martinez, A. N., Lugo-Sanchez, M. E., e Pacheco-Aguilar, R. (2006). Postmortem biochemical and textural changes in the adductor muscle of catarina scallop stored at 0C. *Journal of Food Biochemistry*, 30(4), 373-389. doi: 10.1111/j.1745-4514.2006.00071.x

Ocano-Higuera, V. M., Marquez-Rios, E., Canizales-Davila, M., Castillo-Yanez, F. J., Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M. E., e Graciano-Verdugo, A. Z. (2009). Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. *Food Chemistry*, 116(4), 933-938. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.03.049

Ooraikul, O. (2003). *Food Preservation Technique: Modified Atmosphere packing MAP*. Disponível em [www.booksgoolge.pt](http://www.booksgoolge.pt). Consultado a 7 de Julho de 2014.

Orban, E., Di Lena, G., Navigato, T., Masci, M., Casini, I., e Caproni, R. (2011). Proximate, unsaponifiable lipid and fatty acid composition of bogue (*Boops boops*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Italian trawl fishery. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(8), 1110-1116. doi: 10.1016/j.jfca.2011.03.009

Ozden, O. (2010). Micro, macro mineral and proximate composition of Atlantic bonito and horse mackerel: a monthly differentiation. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(3), 578-586. doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.02170.x

Regulamento (CE) nº 1022/2008 da comissão de 17 de Outubro de 2008 que refere aos limites de azoto básico volátil total (ABVT). *Jornal Oficial da União Europeia*, L227/18.

Regulamento (CE) nº 2074/2005 da comissão de 5 de Dezembro de 2005 que estabelece medidas de execução para determinados produtos ao abrigo do regulamento (CE) 854/2004. *Jornal Oficial da União Europeia*, L338/27.

Regulamento (CE) nº 2406/1996 do conselho de 26 de Novembro de 1996 relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos de pesca. *Jornal Oficial da União Europeia*, L334.

Regulamento (CE) nº 2073/2005 da comissão de 15 de Novembro de 2005 versão consolidada de 01 de Junho de 2014 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da união Europeia*, L338.

Santos, J. S. (2010). Avaliação da aceitabilidade do manto de Pota congelado. Análise sensorial, Microbiológica e Quantificação do valor do ABVT. (Mestrado), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal.

Shayanfar, S. (2014). *Modified atmosphere packing for fresh product* (First ed., pp. 475 - 493). Texas, USA: Food Science Technology.

Sea Fish Industry Authority SFIA. (1985). *Guidelines for the handling of fish packed in a controlled atmosphere*. Edinburgh.

## Referências bibliográficas

Sikorski, Z. E. (2004). Smoking: Traditional Liquide smoke application. Food and science Technology. pp. 1252. Poland.

Silva, S. C. (2010). Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliada por análises físico-químicas, bacteriológica e sensorial. (Mestrado), Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Singh, P., Wani, A. A., Saengerlaub, S., e Langowski, H. C. (2011). Understanding Critical Factors for the Quality and Shelf-life of MAP Fresh Meat: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51(2), 146-177. doi: 10.1080/10408390903531384

Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K., e Rosnes, J. T. (2002). A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products - significance of microbial growth, activities and safety. International Journal of Food Science and Technology, 37(2), 107-127. doi: 10.1046/j.1365-2621.2002.00548.x

Slattery, S. (2006). Packing and the shelf life of fish. Innovating Food Technologies Emerging Technologies. pp 271-292. Australia.

Soccol, M. C. H., e Oetterer, M. (2003). Use of modified atmosphere in seafood preservation. Brazilian Archives of Biology and Technology, 46(4), 569-580.

Torres, J. A, Saraiva, J. A, Guerra-Rodrigues, Esther et al. (2014). Effect of combining high pressure processing and frozen storage on the functional and sensory properties of horse mackerel (*Trachurus trachurus*). Innovative Food Science and Emerging technology, 21: 2-11.

Vaz-Pires, P. (2006). Tecnologia do Pescado (pp. 211). Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Porto.

Vaz-Velho, M. (2003). Smoked Foods Production (pp. 5302). Escola Superior de Tecnologia e gestão, pp. 5302,Portugal.

Vaz-Velho, M., & Capell, C. (1998). Fish and Seafood: Cured,Smoked and Dried Fish. Leatherhead Food RA. pp. 253. UK.

Wilde, J.-W., e Kamstra, A. (1995). Fish and Flshery products: Composition, Nutritive, Properties and Stability (A. Ruitier Ed. Vol. 1). Ultrech University the Netherlands: Department of Science of Food animal origin.

Woods, L. (2003). Smoked Foods: Principles, Production, Application of smoking. Food Science Technology. pp.5296, UK.

Wu, D., Sun, D. W., e He, Y. (2014). Novel non-invasive distribution measurement of texture profile analysis (TPA) in salmon fillet by using visible and near infrared hyperspectral imaging. Food Chemistry, 145, 417-426. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.08.063

## Referências bibliográficas

Yew, C. C., Abu Bakar, F., Rahman, R. A., Bakar, J., Zaman, M. Z., Velu, S., e Shariat, M. (2014). Effects of Modified Atmosphere Packaging with Various Carbon Dioxide Composition on Biogenic Amines Formation in Indian Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) stored at 5 +/- 1 degrees C. *Packaging Technology and Science*, 27(3), 249-254. doi: 10.1002/pts.2020

## A. - ANEXOS

## A.1 - Tabelas de resultados laboratoriais das análises físico-químicas

## A.1.1 - Variação de Proteína

Na tabela 23 estão representados os resultados da evolução de proteína nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 23 - Evolução do teor de proteínas (%) nos filetes fumados ao longo do armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	17,39 ± 0,17	25,99 ± 0,82			
15			20,98 ± 0,08	22,19 ± 0,10	21,60 ± 0,16
30				21,17 ± 0,31	21,60 ± 0,39
45				19,70 ± 0,16	21,83 ± 1,10

## A.1.1 - Variação de gordura

Na tabela 24 estão representados os resultados da variação de gordura nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 24 - Evolução do teor de gordura (%) nos filetes de carapau fumado ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	11,15 ± 0,90	17,34 ± 0,45			
15			18,51 ± 4,04	13,45 ± 2,64	23,01 ± 1,60
30				16,98 ± 0,52	20,83 ± 2,88
45				19,85 ± 0,58	20,98 ± 1,11

### A.1.3 - Variação de cloretos

Na tabela 25 estão representados os resultados da variação dos cloretos nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 25 - Evolução do teor de NaCl (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	0,17 ± 0,00	1,90 ± 0,22			
15			2,08 ± 0,05	2,25 ± 0,07	2,20 ± 0,26
30				1,71 ± 0,06	1,58 ± 0,15
45				1,33 ± 0,14	1,91 ± 0,16

### A.1.4 - Variação de Azoto básico volátil Total (ABVT)

Na tabela 26 estão representados os resultados da variação de ABVT nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 26 - Evolução do teor de ABVT (mg de N/100g de amostra) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	19,49 ± 0,97	39,79 ± 1,16			
8			36,30 ± 1,83	24,46 ± 0,14	29,88 ± 0,00
15			28,29 ± 0,49	33,40 ± 3,68	31,00 ± 0,00
30				34,33 ± 0,00	20,80 ± 0,00
45				29,48 ± 2,42	28,81 ± 0,26

### A. 1.5 - Variação da Humidade

Na tabela 27 estão representados os resultados da variação da humidade nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 27 - Evolução do teor da humidade (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	65,96 ± 0,24	51,67 ± 0,08			
8			54,97 ± 0,35	53,88 ± 1,57	52,58 ± 2,60
15			51,72 ± 0,28	55,13 ± 0,73	46,50 ± 0,42
30				54,43 ± 1,67	46,15 ± 0,34
45				51,99 ± 2,45	52,92 ± 0,88

#### A.1.6 - Variação de Cinzas

Na tabela seguinte estão representados os resultados da variação da humidade nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 28 - Evolução do teor de cinzas (%) nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelã o
0	1,22 ± 0,01	3,38 ± 0,66			
8		2,91 ± 0,13	2,91 ± 0,13	2,94 ± 0,05	2,52 ± 0,01
15		2,82 ± 0,04	2,82 ± 0,04	3,10 ± 0,02	3,08 ± 0,02
30				2,79 ± 0,04	2,65 ± 0,14
45				2,94 ± 0,06	2,95 ± 0,05

#### A.1.7 - Variação do pH

Na tabela seguinte estão representados os resultados da variação do pH nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 29 - Evolução do teor de pH em função da temperatura nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	T°	Fumado	T°	Refrigerado	T°	EAM	T°	Congelação	T°
0	6,41 ± 0,05	15,56 ± 0,70	6,14 ± 0,06	6,60 ± 0,70						

## Anexos

Tempo (dias)	Fresco	T°	Fumado	T°	Refrigerado	T°	EAM	T°	Congelação	T°
8					6,23 ± 0,01	17,3 ± 0,29	6,26 ± 0,01	16,10 ± 0,35	6,64 ± 0,03	7,36 ± 0,21
15					6,57 ± 0,06	17,2 ± 0,21	6,46 ± 0,13	16,80 ± 0,10	6,62 ± 0,01	6,60 ± 0,10
30							6,09 ± 0,02	19,36 ± 0,15	6,34 ± 0,03	9,20 ± 0,10
45							6,17 ± 0,02	14,36 ± 0,21	6,34 ± 0,05	5,06 ± 0,35

### A.1.8 - Variação da atividade da água (aw)

Na tabela 30 estão representados os resultados da variação da  $a_w$  nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 30 - Evolução do teor de pH em função da temperatura nos filetes de carapau fumados ao longo dos 45 dias de armazenamento

Tempo (dias)	Fresco	Fumado	Refrigerado	EAM	Congelação
0	0,96 ± 0,02	0,94 ± 0,01			
8			0,92 ± 0,02	0,93 ± 0,01	0,94 ± 0,02
15			0,92 ± 0,02	0,91 ± 0,01	0,93 ± 0,02
30				0,90 ± 0,00	0,91 ± 0,00
45				0,90 ± 0,02	0,91 ± 0,01

## A.2 - Tabela de resultado de análises sensoriais

### A.2.1 - Avaliação sensorial com o painel de provadores

Na tabela 31 estão representados os resultados da análise sensorial dos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

Tabela 31 - Resultados da análise sensorial dos filetes de carapau fumados armazenados em três métodos conservação, ao longo dos 45 dias.

Conservação	Tempo (dias)	Aspetto geral	Textura	Aroma		Sabor	
		Uc	Fc	Ap	Sf	Sal	AmF
REFRIGERADO	0	4,00 ± 0,40	4,17 ± 0,00	4,17 ± 0,40	3,67 ± 0,40	3,83 ± 0,81	3,83 ± 0,40
	8	4,00 ± 0,89	3,50 ± 0,83	3,83 ± 0,75	3,60 ± 0,54	3,17 ± 0,40	3,67 ± 0,51
	15	4,00 ± 0,63	3,67 ± 1,03	3,83 ± 0,40	4,00 ± 0,70	3,67 ± 0,51	3,83 ± 0,40
EAM	0	4,00 ± 0,40	4,17 ± 0,00	4,17 ± 0,40	3,67 ± 0,40	3,83 ± 0,81	3,83 ± 0,40
	8	4,00 ± 0,89	3,83 ± 1,17	4,17 ± 0,40	4,00 ± 0,63	4,00 ± 0,70	4,17 ± 0,40
	15	3,67 ± 0,51	3,67 ± 0,81	3,83 ± 0,75	3,83 ± 0,41	4,17 ± 0,41	3,83 ± 0,41
	30	3,83 ± 0,41	3,67 ± 0,52	3,67 ± 1,37	3,17 ± 1,32	3,33 ± 1,21	3,83 ± 0,75
	45	4,33 ± 0,52	4,00 ± 0,63	3,83 ± 0,98	4,00 ± 0,63	4,00 ± 0,63	4,17 ± 0,41
CONGELADO	0	4,00 ± 0,40	4,17 ± 0,00	4,17 ± 0,40	3,67 ± 0,40	3,83 ± 0,81	3,83 ± 0,40
	8	3,67 ± 0,52	3,83 ± 0,99	4,17 ± 0,41	4,20 ± 0,48	4,17 ± 0,75	4,00 ± 0,63
	15	4,00 ± 0,63	3,50 ± 0,84	3,67 ± 0,52	4,00 ± 0,00	3,67 ± 0,52	3,83 ± 0,41
	30	3,00 ± 1,26	3,50 ± 0,55	4,00 ± 0,00	3,50 ± 0,84	3,33 ± 0,82	3,83 ± 0,75
	45	4,00 ± 0,63	4,00 ± 0,63	4,17 ± 0,41	4,00 ± 0,63	4,00 ± 0,00	4,17 ± 0,41

Nota: Uc-uniformidade da cor; Fc - filete consistente; Ap - agradável a peixe; Sf - suave a fumo; AmF - amargo do fumo;

### A.2.2 - Teste de consumidores

Na tabela 32 estão representados os resultados da análise sensorial do filete de carapau fumado de calibre I e IV, obtidos durante o teste de consumidores.

Tabela 32 - Resultados da análise sensorial com consumidores

Carapau fumado	N	Classificação
Calibre I (n= 39)	39	7,31 ± 2,17
Calibre IV (n= 68)	68	7,00 ± 1,70

n - numero de consumidores

### A.3 - Tabela de avaliação microbiológica

#### A.3.1 - Avaliação microbiológica

Na tabela 33, estão apresentados os resultados das contagens dos parâmetros microbiológicos definidos para o estudo do tempo de prateleira dos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação ao longo de 45 dias.

## Anexos

Tabela 33 - Parâmetros de contagens microbiológicas nos filetes de carapau fumado, armazenados em três métodos de conservação, ao longo de 45 dias.

Conservação	Tempo	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>E. coli</i>	Estafilococos coagulase (+)	<i>Listeria monocytogens</i>	Microorganismo a 30°C	Esporos
Fumado	0	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	23 ufc/g	< 1 ufc/g
Refrigerado	8	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 1 ufc/g
	21	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	30 ufc/g	< 1 ufc/g
EAM	8	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	48 ufc/g	< 1 ufc/g
	21	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	10 ufc/g	< 1 ufc/g
	45	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	1,2*10 <sup>4</sup> ufc/g	< 1 ufc/g
Congelado	8	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	10 ufc/g	< 1 ufc/g
	21	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	30 ufc/g	< 1 ufc/g
	45	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	2,3* 10 <sup>4</sup> ufc/g	< 1 ufc/g

### A.4 - Tabela de resultados de análise de textura

#### A.4.1 - Avaliação da textura

Na tabela 34 estão representados os resultados obtidos para os parâmetros de textura (dureza, adesividade, coesividade e gomosidade), dos filetes de carapau fumado armazenados em três métodos de conservação durante 45 dias.

Tabela 34 - Parâmetros de textura(dureza, adesividade, coesividade e gomosidade), armazenados em três métodos de conservação, ao longo de 45 dias.

	Tempo	Dureza (N)	Adesividade(N.s)	Coesividade	Gomosidade(N)
REFRIGERADO	0	5,56 ± 0,85	-14,59 ± 12,20	0,34 ± 0,03	1,87 ± 0,28
	8	5,00 ± 0,81	- 3,05 ± 3,36	0,33 ± 0,06	1,68 ± 0,48
	15	5,20 ± 1,23	- 19,83 ± 13,72	0,28 ± 0,03	1,46 ± 0,37
EAM	0	5,56 ± 0,85	- 14,59 ± 12,20	0,34 ± 0,03	1,87 ± 0,28
	8	3,46 ± 0,74	- 8,05 ± 7,69	0,39 ± 0,13	1,16 ± 0,45
	15	6,06 ± 0,71	- 15,91 ± 19,43	0,27 ± 0,04	1,64 ± 0,25
	30	4,47 ± 1,09	- 15,06 ± 8,03	0,34 ± 0,05	1,51 ± 0,42
	45	4,68 ± 1,66	- 34,64 ± 11,91	0,30 ± 0,03	1,40 ± 0,57
CONGELADO	0	5,56 ± 0,85	- 14,59 ± 12,20	0,30 ± 0,03	1,40 ± 0,57
	8	4,90 ± 0,60	- 8,74 ± 8,06	0,36 ± 0,05	1,79 ± 0,38
	15	5,48 ± 0,98	- 14,42 ± 10,59	0,29 ± 0,05	1,62 ± 0,42

	30	7,16 ± 1,81	- 14,98 ± 10,38	0,37 ± 0,08	2,66 ± 1,12
	45	10,46 ± 5,65	- 18,68 ± 24,13	0,36 ± 0,04	3,81 ± 2,33

## A.5 - Tabela de resultados de análise de variância (ANOVA)

### A.5.1 - Análise de variância na conservação em refrigeração

Na tabela 35 estão representados os resultados variância obtidos dos parâmetros de físico-químicos (humidade, cinzas, proteínas, gordura, cloretos, ABVT, pH e  $a_w$ ), dos filetes de carapau fumado armazenados em refrigeração durante 45 dias.

Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados em refrigeração ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).

Variáveis	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
<b>H</b>	21,45	2,00	10,72	0,42	6,00	0,07	152,80	<b>0,00</b>
<b>Nacl</b>	0,13	2,00	0,06	0,93	6,00	0,16	0,41	0,68
<b>ABVT</b>	138,96	2,00	69,48	4,95	3,00	1,65	42,12	<b>0,01</b>
<b>pH</b>	0,30	2,00	0,15	0,01	6,00	0,00	62,58	<b>0,00</b>
<b>Aw</b>	0,00	2,00	0,00	0,00	6,00	0,00	1,97	0,22
<b>P</b>	37,53	1,00	37,53	1,35	4,00	0,34	110,86	<b>0,00</b>
<b>G</b>	1,14	1,00	1,14	58,08	4,00	14,52	0,08	0,79
<b>C</b>	0,92	1,00	0,92	1,26	4,00	0,32	2,90	0,16

### A.5.2 - Análise de variância no EAM

Na tabela 36 estão representados os resultados variância obtidos dos parâmetros de físico-químicos (humidade, cinzas, proteínas, gordura, cloretos, ABVT, pH e  $a_w$ ), dos filetes de carapau fumado armazenados em atmosfera modificada durante 45 dias.

Tabela 36 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados no EAM ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).

C	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
H	27,79	4,00	6,95	23,61	10,00	2,36	2,94	0,08
Cin	0,20	4,00	0,05	0,91	10,00	0,09	0,56	0,70

<b>C</b>	<b>SS Effect</b>	<b>df Effect</b>	<b>MS Effect</b>	<b>SS Error</b>	<b>df Error</b>	<b>MS Error</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
ABVT	354,31	4,00	88,58	244,05	5,00	48,81	1,81	0,26
<b>pH</b>	0,25	4,00	0,06	0,04	10,00	0,00	14,20	<b>0,00</b>
<b>aw</b>	0,01	4,00	0,00	0,00	10,00	0,00	15,10	<b>0,00</b>
<b>P</b>	64,84	3,00	21,61	1,61	8,00	0,20	107,54	<b>0,00</b>
<b>G</b>	77,10	3,00	25,70	40,51	8,00	5,06	5,07	<b>0,03</b>
C	1,11	3,00	0,37	1,23	8,00	0,15	2,41	0,14

### A.5.2 - Análise de variância na conservação em congelação

Na tabela 37 estão representados os resultados variância obtidos dos parâmetros de físico-químicos (humidade, cinzas, proteínas, gordura, cloretos, ABVT, pH e  $a_w$ ), dos filetes de carapau fumado armazenados em congelação durante 45 dias.

Tabela 37 - Análise de variância (ANOVA) para filetes armazenados em congelação ao longo de 45 dias ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Variáveis</b>	<b>SS Effect</b>	<b>df Effect</b>	<b>MS Effect</b>	<b>SS Error</b>	<b>df Error</b>	<b>MS Error</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>H</b>	134,97	4,00	33,74	15,63	10,00	1,56	21,59	<b>0,00</b>
<b>Cin</b>	0,81	4,00	0,20	0,94	10,00	0,09	2,16	0,15
<b>ABVT</b>	338,29	4,00	84,57	100,63	5,00	20,13	4,20	0,07
<b>pH</b>	0,54	4,00	0,13	0,01	10,00	0,00	95,48	<b>0,00</b>
<b>aw</b>	0,00	4,00	0,00	0,00	10,00	0,00	6,71	<b>0,01</b>
<b>P</b>	41,89	3,00	13,96	4,09	8,00	0,51	27,31	<b>0,00</b>
<b>G</b>	19,95	3,00	6,65	49,54	8,00	6,19	1,07	0,41
<b>C</b>	0,93	3,00	0,31	1,24	8,00	0,16	2,01	0,19

### A.5.3 - Resíduo seco

Na tabela 38 estão representados os resultados obtidos do resíduo seco dos parâmetros físico-químicos (humidade, cinzas, proteínas, gordura, cloretos, ABVT), dos filetes de carapau fumado armazenados em refrigeração, no EAM e congelação durante 45 dias.

## Anexos

Tabela 38 - Resultados do resíduo seco obtido no pescado em fresco e fumado ao longo do armazenamento.

Conservação	Dias	H	ABVT	Cinza	P	Cloretos	G
Fresco	Fresco	34,03	57,28	3,60	51,12	0,50	19,48
Fumado	0	48,33	82,35	7,01	53,78	3,94	21,06
Refrigerado	8	45,03	80,62	6,48			
	15	48,28	58,62	5,85	43,47	4,32	31,59
EAM	8	46,11	53,05	6,39			
	15	44,87	74,46	6,92	49,47	5,01	18,07
	30	45,57	75,36	6,14	46,47	3,76	22,53
	45	48,01	61,43	6,14	41,05	2,77	32,32
Congelado	8	47,42	63,02	5,34			
	15	53,49	57,95	5,76	40,39	4,12	39,71
	30	53,85	38,63	4,94	40,12	2,94	53,95
	45	47,07	61,21	6,28	46,39	4,07	34,28



## B - APÊNDICES

### B.1 - Fichas técnicas de materiais usados no acondicionamento

#### B.1.1 – Ficha técnica da cuvete

<b>COOPBOX HISPANIA S.L.U.</b>		<b>FICHA TECNICA COMERCIAL</b>		Revisión N°: 5 Fecha: 09-11-08	
REGISTRO 6C19VE0407					
Bandeja barera constituida en tres laminas: lamina exterior en Poliestireno expandido (EPS), lamina central en HIPS, y film barrera con capa en PE en el interior.					
Código Artículo	Descripción Artículo			Confección	Código
	Modelo	Color	Tipología	Uds/Paq	EAN-13
CX2250N	B22-50	Negro	Aerpack	430	8435163450969

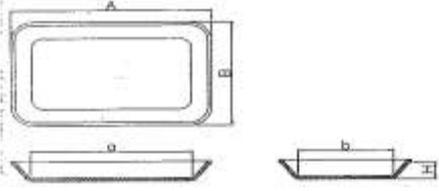
Datos Bandeja				Toler.
A - Largo Exterior	250	mm		
B - Ancho Exterior	180	mm		+ ,2mm
a - Largo UMI Interior	190	mm		
b - Ancho UMI Interior	120	mm		
h - Altura	80	mm		+ 1 mm
Peso Mínimo	13,5		Peso Máximo	14,3 gr

Datos Paquete			
Nº Filas/Paquete	8 Filas		
Nº Bandejas/Fila	72 uds		
Nº Real Bandejas/Paquete	432 uds		
Dimensiones	Alt	Ancho	Largo
	Paquete	36,0	80,0
Volumen Paquete	0,346 m³		

El producto aquí especificado ha sido fabricado por COOPBOX HISPANIA S.L.U., y esta identificado con la marca 

**NUMERO DE REGISTRO SANITARIO 39/02275/MU**



COOPBOX HISPANIA S.L.U.

Certificada por AENOR según Norma UNE-EN-ISO 9001:2000  
Para: El diseño y la producción de envases y embalajes de poliestireno expandido destinados al envasado de alimentos.  
Numero de registro: ER-0058/1989




Cada saco es identificado con una etiqueta para la identificación del producto y lote de fabricación.  
**(Esta etiqueta será imprescindible para cualquier reclamación).**

Nuestros productos cumplen la legislación nacional y comunitaria sobre plásticos en contacto con alimentos, en todos sus apartados.  
Están empaquetados y envasados atendiendo a las especificaciones de la reglamentación técnico sanitaria.



Bandejas aptas para entrar en contacto con alimentos.  
Las sustancias empleadas en su fabricación están incluidas en la lista positiva de sustancias de partida autorizadas para utilizarse en la fabricación de materiales y objetos plásticos.



Bandejas fabricadas con: Poliestireno cristal.  
Sin recuperado procedente del exterior de nuestras instalaciones y sin CFC o HCFC.  
Reciclaje: Nuestros productos son fácilmente reciclables.

*Esta información técnica se ofrece como guía para el usuario, pero sin que sirva de garantía.  
El usuario deberá comprobar si el producto es adecuado para su proceso y aplicación.*

COOPBOX HISPANIA S.L.U. - POLIG. IND. SAPRELORCA - BUZON Nº81 - AVDA. RIO GUADALENTIN - PARCELAS C12 A C17 - 30817 - LORCA (MURCIA)  
T.L.F.: 968 478 000 - FAX: 968 478 061 - C.I.F.: B-75412495



# Apêndice

## B.1.2 – Ficha técnica do filme

Technical data sheet

Product : OPEX 55 AB - PA/EVOH(Barrier)/PE  
High barrier covering film

Mechanical properties	Test method	Test conditions	Results	Units
Total thickness	na		55	μ
Breaking load	ISO 527	longitudinal cross machine	>12 >10	N/15mm
Tensile at break				
Longitudinal direction	na			N/mm <sup>2</sup>
Cross machine direction	na			N/mm <sup>2</sup>
Elongation at break				
Longitudinal direction	na			%
Cross machine direction	na			%
Coefficient of friction	na			μk
Shrinkage	na			%
Brilliance	na			%
Opacity	na			%
Sealing temperature range			130 to 140	°C
Forming temperature range			na	°C
Thermal treatment resistance			0 to 85	°C

Barrier properties	Test method	Test conditions	Résultats	Units
Gas permeability				
O <sub>2</sub>	DIN 53380	At 23°C and with 75% of relative air humidity	2	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .24h.bar
N <sub>2</sub>	DIN 53380		< 0.2	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .24h.bar
CO <sub>2</sub>	DIN 53380		5.4	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .24h.bar
Water vapour perméability	DIN 53122	At 23°C and with 85% of relative air humidity	2.00	g/m <sup>2</sup> .24h.atm

Further information :

Thermal treatment resistance : subject to real use test conditions

Antifog treatment, transparent

Units

Units

Units

Units

These data are confidential and consequently can't be copied or brought to a third's notice.

COMPLEXES :

- > Films haute barrière
- > Transparents ou aluminisés
- > Imprimés ou neutres

MACHINES À VIDE :

- > Simple et double cloche automatique à tapis
- > Operculeuse – thermoformeuse
- > Pompe à vide

MACHINES DE PRÉPARATION :

- > A épilucher : viande et poisson
- > A découper
- > Scie à os

**B.1.2 – Ficha técnica do saco plástico**

**SACOS**  
ESPECIFICAÇÕES STANDARD



**SACO WICKET**

ITEM	VALORES
ESPESSURA	± 10%
LARGURA	± 5 mm (PE) / ± 8 mm (PE)
COMPRIMENTO	± 10 mm
PALA	± 10 mm
PATTE	± 10 mm
FOLE DE FUNDO ≥ 15 mm	± 3 mm

**SACO ROVAC, TERVAC, CAPLEX**

ITEM	VALORES
ESPESSURA	± 10%
LARGURA	± 5 mm
COMPRIMENTO	± 10 mm
LARGURA DA SOLDA LATERAL	7 mm (3/4 mm)
LARGURA DA SOLDA DE FUNDO	7 mm (3/4 mm)
POSICÃO DA SOLDA EM SACOS COM FUNDO / RECORTE	30 (± 3 mm)
LARGURA DA SOLDA EM SACOS COM FUNDO / RECORTE	14 - 16 mm

- ✓ As soldas estão incluídas na largura e comprimento do saco (dimensões exteriores).
- ✓ Podem ocorrer variações de 5 mm na posição da impressão.
- ✓ O valor da largura do saco impresso depende do cilindro utilizado.
- ✓ A posição da microperfuração / macroperfuração terá de ser confirmada.

CASFIL - Indústria de Plásticos, S.A.  
Rua Ponte da Pínguela, n.º 569 - Vila das Aves - 4795-005 Aves - Portugal  
Apartado 20 - 4795-008 Aves - Portugal  
Tel. (+351) 252 890 100 - Fax (+351) 252 820 109  
casfil@casfil.pt - www.casfil.pt

02-2008 (01)



## Apêndice

### B.2 - Fichas de provas utilizadas para avaliação sensorial

Provador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Caro provador, tem à sua frente uma amostra de filete de carapau fumado. Classifique a amostra Atribuindo 4 a 5 se considerar que não há defeitos a considerar. Se encontrar algum defeito, atribua 3, 2 ou 1, de acordo com a severidade crescente desse defeito (3 = defeito ligeiro, 1= defeito grave). Nesse caso, indique qual é o defeito encontrado no espaço correspondente.

Defeitos presentes	Sem Defeitos
--------------------	--------------

#### Aspetto geral

Uniformidade da cor 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

\_\_\_\_\_ 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

#### Textura

Filete consistente 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

\_\_\_\_\_ 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

#### Aroma

Agradável a peixe 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Suave a fumo 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

\_\_\_\_\_ 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

#### Sabor

+
---

  
Sal 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Amargo do fumo 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

\_\_\_\_\_ 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

## Apêndice

### B.2.1 – Ficha de prova do teste de consumidores

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo:  M   
Idade \_\_\_\_\_

Sr. Proveedor, tem na sua presença um peixe fumado, produto muito típico dos países do norte da Europa. Pretendemos saber o interesse dos portugueses sobre este tipo de produtos.

Por favor prove a amostra do **filete de carapau fumado** apresentada e assinale com **X** o grau em que aprecia.

Amostra #	9	Extremamente agradável
	8	Muito agradável
	7	Moderadamente agradável
	6	Ligeiramente agradável
	5	Nem agradável nem desagradável
	4	Ligeiramente desagradável
	3	Moderadamente desagradável
	2	Muito desagradável
	1	Extremamente desagradável

- Já alguma vez provou/ consumiu peixe fumado? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_
- Compraria este produto? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_

