



Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar

DISSERTAÇÃO

Aspectos biológicos, nutricionais e sensoriais
de mexilhão (*Mytilus sp.*) produzido em
aquacultura *offshore*

Ana Rita Oliveira

Faro, Novembro de 2012



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.univ-ab.pt

Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar

DISSERTAÇÃO

Aspectos biológicos, nutricionais e sensoriais
de mexilhão (*Mytilus sp.*) produzido em
aquacultura *offshore*

Ana Rita Oliveira

Sob orientação do Professor Doutor Ulisses Azeiteiro e
do Professor Doutor Eduardo Esteves

Faro, Novembro de 2012

O conteúdo deste relatório é da exclusiva responsabilidade da autora.

RESUMO

Esta dissertação teve como objectivo principal caracterizar os aspectos biológicos, nutricionais e sensoriais de mexilhão (*Mytilus sp.*) produzido em aquacultura *offshore*, em sistema de “*longlines*” na Área de Produção Piloto Aquícola da Armona (Algarve, Portugal). Numa primeira fase, elaborou-se um perfil sensorial do mexilhão produzido em *offshore* através de um método descritivo de análise sensorial, e posteriormente realizaram-se testes discriminatórios para verificar se havia diferenças sensoriais perceptíveis entre o mexilhão produzido em *offshore* e mexilhão de outras origens adquirido em superfícies comerciais. De modo a aprofundar as eventuais diferenças, fez-se a caracterização nutricional do mexilhão produzido em *offshore* através da análise de composição proximal e bioquímica de diversos parâmetros (humidade; cinzas; proteína total; aminoácidos livres; lípidos totais; classes lipídicas; ácidos gordos livres; hidratos de carbono), por comparação com o mexilhão mais frequentemente encontrado em superfícies comerciais, como o mexilhão fresco da Galiza.

Tendo em conta os resultados do presente estudo, podemos dizer que o mexilhão produzido em *offshore* na costa algarvia teve uma avaliação muito positiva por parte dos provadores, sobretudo em termos de sabor, mas também a nível de composição nutricional, sendo rico em ácidos gordos polinsaturados do tipo *n3* e pobre em colesterol. Do ponto de vista comercial, o conjunto de características bioquímicas e sensoriais analisadas fazem prever que o mexilhão produzido em *offshore* na costa algarvia tenha uma boa aceitabilidade junto do consumidor, podendo certamente competir com outros mexilhões encontrados no mercado, nomeadamente o mexilhão produzido nas rias galegas (Vigo, Arousa e outras) em Espanha, que é reconhecido como produto DOP.

ABSTRACT

This work had as major goal the characterization of the biological, nutritional and sensory aspects of mussel (*Mytilus sp.*) produced in offshore aquaculture facilities, on longlines systems, at the Armona's Aquaculture Production Area in the Algarve, Portugal. Firstly, a sensory profile of the mussel produced in offshore was elaborated through a sensory analysis descriptive method, and later, discriminatory tests were conducted in order to verify if there were any perceptible sensory differences between the mussel produced in offshore and other origin's mussels, acquired in commercial establishments. In order to deepen any eventual differences, the offshore produced mussel was nutritionally characterized through a proximal and biochemical composition analysis of several parameters (moisture, ashes, total protein, free amino acids, total lipids, lipid classes, free fatty acids and carbohydrates), by comparison with the most frequently found mussel in commercial establishments, such as the Galician mussel.

Considering the results of the present study, the authors can say that the mussel produced in offshore in the Algarve coast had a very positive evaluation by the panelists, mostly in terms of flavor, but also on the nutritional composition level, since it is rich in omega-3 fatty acids and poor in cholesterol. From the commercial point of view, both biochemical and sensory characteristics allow us to predict that the mussel produced in offshore in the Algarve coast would receive a good acceptability by consumers, competing directly with other commercially available mussels, namely the Galician mussel produced in the Lower Rias in Spain, which is recognized as a Protected Origin (DOP) product.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o culminar de uma longa etapa. É o cumprir de uma promessa que fiz a mim própria há um par de anos, terminar o mestrado tentando sempre dar o meu melhor.

Gostava, em primeiro lugar, de agradecer ao meu orientador, o Dr. Ulisses Azeiteiro, por ter aceite coordenar este projecto de dissertação, e à coordenadora do mestrado, a Dra. Ana Pinto Moura, pela sua ajuda e orientação. Queria também agradecer ao Dr. Eduardo Esteves, por ter aceite co-orientar este projecto na Universidade do Algarve e por toda a ajuda e sugestões que me deu ao longo do trabalho prático e tratamento de dados.

Gostaria de agradecer à Companhia de Pescarias do Algarve, em especial ao Eng.º Farinha, que forneceu o mexilhão produzido em *offshore* referido neste trabalho.

Gostava de estender os meus agradecimentos a todas as pessoas do Departamento de Engenharia Alimentar do Instituto Superior da Engenharia da Universidade do Algarve que participaram nas sessões de treinos e provas de Análise Sensorial, em especial a Dr^a Vera Rodrigues, que também ajudou na determinação dos teores de proteína dos mexilhões analisados.

Queria agradecer particularmente ao Dr. Ismael Hachero, que permitiu a realização das análises de classes lipídicas e aminoácidos no Centro IFAPA Agua del Pino em Cartaya (Huelva, Espanha), e à Dr.^a Cláudia Aragão do CCMar, pela realização das cromatografias para a determinação dos teores de aminoácidos livres.

Gostaria também de agradecer à Cátia Silva pela amizade e pela ajuda preciosa no laboratório durante a realização das experiências, e ao Nelson Simas, que sempre me

incentivou e motivou durante a realização da tese.

Para terminar, quero deixar um obrigado muito especial à minha família, aos meus Pais e Irmão, e acima de tudo, ao meu marido António, sem ele não teria sido possível fazer este trabalho. Obrigada pela compreensão e apoio em todos os momentos, pela dedicação e preocupação, pela união e pelo amor incondicional que nunca me faltou!

ÍNDICE

LISTA DE SÍMBOLOS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O mexilhão	2
1.1.1 Biologia do mexilhão	2
1.1.2 Cultivo do mexilhão	4
1.2 Produção e comercialização	5
1.2.1 Produção e comercialização mundial de mexilhão	7
1.2.2 Produção de mexilhão em Portugal	8
1.2.3 Comercialização do mexilhão	9
1.3 Conceito de análise sensorial	11
1.3.1 Objectivos da análise sensorial	12
1.3.2 Percepção dos alimentos	13
1.3.3 Atributos sensoriais	13
1.3.3.1 Aparência	14
1.3.3.2 Odor/aroma/cheiro	14
1.3.3.3 Textura/consistência	14
1.3.3.4 Sabor	15
1.3.4 Os sentidos	15
1.3.4.1 Visão	15
1.3.4.2 Olfacto	16
1.3.4.3 Paladar	16
1.3.4.4 Tacto	17
1.3.4.5 Audição	17
1.4 Aplicações da análise sensorial	18

1.4.1 Exemplos práticos de aplicações	19
1.4.1.1 Controlo de qualidade	19
1.4.1.2 Estudos de tempo de vida	19
1.4.1.3 Detecção de contaminações	20
1.4.1.4 “ <i>Product matching</i> ”	20
1.4.1.5 “ <i>Product mapping</i> ”	21
1.4.1.6 Reformulação do produto	21
1.4.1.7 Aceitabilidade do produto pelo consumidor	22
1.4.2 Factores condicionantes	22
1.5 Normas para a realização da análise sensorial	23
1.5.1 Provadores	23
1.5.2 Ambiente	24
1.6 Aplicação da análise sensorial ao mexilhão	26
1.7 Composição química do mexilhão	28
1.8 Objectivos	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Material biológico e processamento	32
2.2 Amostragem	34
2.3 Análise sensorial	35
2.3.1 Preparação das amostras	35
2.3.2 Painel de provadores	36
2.3.3 Treino prévio	37
2.3.4 Sessões de provas	38
2.4 Análises bioquímicas	38
2.4.1 Humidade	38
2.4.2 Cinza	38
2.4.3 Proteína e aminoácidos	39
2.4.4 Lípidos, classes lipídicas e ácidos gordos	40

2.4.5 Hidratos de carbono	41
2.5 Análise dos dados	42
2.5.1 Dados biométricos	42
2.5.2 Análise sensorial	42
2.5.3 Análises bioquímicas	44
2.5.4 Correlação entre análise sensorial e bioquímica	44
3. RESULTADOS	45
3.1 Dados biométricos	46
3.2 Análise sensorial	46
3.2.1 Análise sensorial de mexilhão fresco	46
3.2.1.1 Avaliação do desempenho do painel de provadores	46
3.2.1.2 Descrição dos produtos em termos sensoriais (mexilhão fresco)	50
3.2.2 Análise sensorial de mexilhão cozido	57
3.2.2.1 Avaliação do desempenho do painel de provadores	57
3.2.2.2 Descrição dos produtos em termos sensoriais (mexilhão cozido)	61
3.3 Análise bioquímica	67
3.4 Correlação entre análise sensorial e bioquímica	73
4. DISCUSSÃO	80
4.1 Dados biométricos	81
4.2 Análise sensorial	83
4.3 Caracterização nutricional	87
4.4 Conclusões	93
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
6. ANEXOS	110
Anexo I – Tabelas de análise sensorial	
Anexo II – Resultados da ANOVA da análise atributo-a-atributo	

LISTA DE SÍMBOLOS

- nível de significância estatística (alfa)
 - cm – centímetros (unidade SI de comprimento)
 - DW – peso seco (*dry weight*)
 - °C – graus centígrados (unidade SI de temperatura)
 - F – teste-F de igualdade de variâncias (estatística)
 - g – gramas (unidade SI de massa)
 - g 100g⁻¹ – gramas por 100 gramas de amostra
 - g – força-g (unidade não-SI de aceleração)
 - h – horas (unidade SI de tempo)
 - K – kelvin (unidade SI de temperatura termodinâmica)
 - kDa – kiloDalton (unidade não-SI de massa atômica)
 - μmol g⁻¹ – micromoles por grama de amostra
 - m – metros (unidade SI de comprimento)
 - min – minutos (unidade SI de tempo)
 - mL – mililitros (unidade SI de volume)
 - mm – milímetros (unidade SI de comprimento)
 - M – molar (unidade não-SI de concentração molar, equivalente a moles por litro)
 - mt ano⁻¹ – toneladas métricas por ano
 - n – tamanho da amostra (número)
 - nm – nanômetros (unidade SI de comprimento)
 - p – valor de probabilidade usado no teste da hipótese estatística (valor-p)
 - % – percentagem
 - r – coeficiente de correlação (estatística)
-

r^2 – coeficiente de determinação (estatística)

R – linguagem de programação aberta e software de desenvolvimento estatístico e análise de dados

– somatório

t – toneladas (unidade não-SI de massa)

T^2 – distribuição T quadrado de Hotelling (estatística)

v/v – fracção de volume (volume de solução igual à soma dos volumes de soluto+solvente)

W – watts (unidade SI de potência)

w/v – concentração de massa (massa de solvente por volume de solução)

LISTA DE ABREVIATURAS

-ABA – ácido-alfa-amino-butírico

Ala – alanina

ALA – ácido alfa-linolénico

APAA – Área Piloto de Aquacultura da Armona

ARA – ácido araquidónico

Arg – arginina

Asn – asparagina

Asp – ácido aspártico

-Ala – beta-alanina

BHT – butil-hidroxitolueno

CCA – análise de correlação canónica

CHCl₃ – clorofórmio

CHO – colesterol

Cys – cisteína

DAG – diacilglicerol

DHA – ácido docosahexanóico

DOP – Denominação de Origem Protegida

EPA – ácido eicosapentaenóico

FAME – ésteres metílicos de ácidos gordos

FFA – ácidos gordos livres

Gln – glutamina

Glu – ácido glutâmico

Gly – glicina

HCl – ácido clorídrico

His – histidina

HPTLC – cromatografia de camada fina de alta performance

HyPro – hidroxiprolina

i.e. – isto é

Ile – isoleucina

JB – Jumbo

KCl – cloreto de potássio

LC – classes lipídicas

Leu – leucina

LPC – lisofosfatidilcolina

LPE – lisofosfatidiletanolamina

LOA – ácido linoleico

Lys – lisina

MAP – atmosferas modificadas

Met – metionina

MFA – análise factorial múltipla

MUFA – ácidos gordos monoinsaturados

*n*3 – (ácido gordo) ómega-3

*n*6 – (ácido gordo) ómega-6

OFF – *offshore*

Orn – ornitina

PC – fosfatidilcolina

PCA – análise de componentes principais

PD – Pingo Doce

PE – fosfatidiletanolamina

Phe – fenilalanina

PI – fosfatidilinositol

Pigm – pigmentos

Pro – prolina

PS – fosfatidilserina

Pser – fosfoserina

PUFA – ácidos gordos polinsaturados

QDA – análise descritiva quantitativa

RP – fase reversa

SAT – ácidos gordos saturados

Ser – serina

SE+WE – ésteres de esterol + ceras

Tau – taurina

TG – triglicéridos

Thr – treonina

TL – lípidos totais

Trp – triptofano

Tyr – tirosina

UK – não identificados

UV/Vis – espectro ultravioleta / visível

Val – valina

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Produção global de bivalves, entre 1995-2005 (em 1000 Mt).	5
Quadro 2: Produção mundial de bivalves por espécies, entre 1995-2005 (em 1000 Mt). ...	6
Quadro 3: Importações anuais de mexilhão pela França, por tipo de produto e país de origem, entre 1996-2006 (em 1000 Mt).	11
Quadro 4: Classificação dos tipos de teste em Análise Sensorial.	19
Quadro 5: Informação sobre os locais e datas de origem, expedição e compra dos mexilhões utilizados nas diversas sessões de análise sensorial.	34
Quadro 6: Informação sobre os locais de origem e compra dos mexilhões utilizados nas diversas análises bioquímicas e respectivas datas de amostragem.	36
Quadro 7: Dados biométricos do mexilhão de diferentes origens, com os respectivos valores de média e desvio-padrão.	49
Quadro 8: Avaliação do desempenho global do painel na avaliação do mexilhão fresco.	50
Quadro 9: Poder discriminatório dos provadores na avaliação do mexilhão fresco.	51
Quadro 10: Concordância (i.e. coeficiente de correlação linear) entre provadores e o painel, na avaliação do mexilhão fresco, para cada atributo.	52
Quadro 11: Repetibilidade dos provadores ao longo das sessões de avaliação do mexilhão fresco.	53
Quadro 12: Resumo dos “ <i>eigenvalue</i> ” e percentagens de variância das componentes resultantes da análise de componentes principais (PCA) dos produtos/mexilhão	

fresco.	57
Quadro 13: Valores-p dos testes de Hotelling (T^2) para comparações das origens do mexilhão fresco.	60
Quadro 14: Avaliação do desempenho global do painel na avaliação do mexilhão cozido.	61
Quadro 15: Poder discriminatório dos provadores na avaliação do mexilhão cozido.	62
Quadro 16: Concordância (i.e. coeficiente de correlação linear) entre provadores e o painel, na avaliação do mexilhão cozido, para cada atributo.	63
Quadro 17: Repetibilidade dos provadores ao longo das sessões de avaliação do mexilhão cozido.	64
Quadro 18: Resumo dos “ <i>eigenvalue</i> ” e percentagens de variância das componentes resultantes da análise de componentes principais (PCA) dos produtos/mexilhão cozido.	68
Quadro 19: Valores-p dos testes de Hotelling (T^2) para comparações das origens do mexilhão cozido.	70
Quadro 20: Composição proximal do mexilhão de diferentes origens.	71
Quadro 21: Perfis dos aminoácidos livres do mexilhão de diferentes origens.	72
Quadro 22: Perfis das classes lipídicas do mexilhão de diferentes origens.	74
Quadro 23: Perfis dos ácidos gordos livres do mexilhão de diferentes origens.	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem esquemática de um mexilhão <i>Mytilus sp.</i>	3
Figura 2: Áreas de cultivo de mexilhão ao longo da costa Atlântica Europeia.	3
Figura 3: Ciclo de produção do mexilhão na Europa.	4
Figura 4: Produção mundial de mexilhão (1000 ton), contabilizadas as espécies produzidas em aquacultura e de produção natural.	7
Figura 5: Produção global de mexilhão <i>Mytilus edulis</i> em aquacultura, entre 1950-2008.	8
Figura 6: Esquema de uma área apropriada para Análise Sensorial.	26
Figura 7: Mexilhão descartado, apresentando danos visíveis (concha aberta e/ou partidos) ou com o tamanho inferior ao mínimo de captura permitido (<50mm).	35
Figura 8: Mexilhão fresco (à esquerda) e cozido (à direita) apresentado aos provadores durante a análise sensorial.	37
Figura 9: Avaliação de cada atributo por produto/mexilhão fresco.	54
Figura 10: Caracterização da origem do mexilhão fresco relativamente aos atributos que contribuem para a sua discriminação.	55
Figura 11: Contribuição de cada atributo para a discriminação dos vários mexilhões em fresco.	56
Figura 12: Análise de componentes principais (PCA) dos atributos (variáveis) e cotações individuais na avaliação do mexilhão fresco.	58

Figura 13: Análise multidimensional de componentes principais (PCA) do mexilhão fresco.	59
Figura 14: Avaliação de cada atributo por produto na análise sensorial do mexilhão cozido.	65
Figura 15: Caracterização de cada mexilhão cozido relativamente aos atributos que contribuem para a discriminação entre produtos.	66
Figura 16: Contribuição de cada atributo para a discriminação dos vários mexilhões em cozido.	67
Figura 17: Análise de componentes principais (PCA) dos atributos (variáveis) e cotações individuais na avaliação do mexilhão cozido.	69
Figura 18: Análise multidimensional de componentes principais (PCA) do mexilhão cozido.	70
Figura 19: Mapa bidimensional definido pelas duas componentes retidas e resultante da análise factorial múltipla (MFA), tendo em conta as variáveis relevantes utilizadas na avaliação sensorial e bioquímica do mexilhão de diferentes origens.	77
Figura 20: Análise factorial múltipla (MFA) relativa ao contributo das variáveis sensoriais e bioquímicas para a distinção dos mexilhões de diferentes origens.	79
Figura 21: Variabilidade de cor do mexilhão de Vigo (à esquerda) e de <i>offshore</i> (à direita) apresentados aos provadores durante a análise sensorial.	83

1. INTRODUÇÃO

1.1 O mexilhão

A importância dos produtos da pesca tem aumentado substancialmente nos últimos anos, sobretudo devido ao reconhecimento científico dos seus efeitos benéficos na saúde dos consumidores. O mexilhão é visto como um alimento equilibrado e saudável: é rico em proteínas, vitaminas e sais minerais essenciais (fósforo, sódio, cálcio e magnésio) e, apesar de ser pobre em lípidos (cerca de 2%), estes encontram-se em grande maioria sob a forma de ácidos gordos polinsaturados ricos em ómega-3 (n3 PUFA) (Orban *et al.*, 2002; Fuentes *et al.*, 2009). Pode por isso ser considerado um alimento completo, com um papel preventivo na ocorrência de doenças cardiovasculares, mas também protector e facilitador da coordenação óssea e muscular (Valfré *et al.*, 2003).

1.1.1 *Biologia do mexilhão*

O mexilhão é um molusco bivalve que forma comunidades mais ou menos numerosas na zona intertidal (entre marés), em locais de pouca profundidade. Encontra-se fixo a rochas, às quais adere através do bisso (filamentos) (Figura 1). Este sistema de fixação é aproveitado pelos aquacultores para o seu cultivo, fixando-o em cordas ou “*longlines*” (Bautista, 1989; FAO, 2004). A exploração de mexilhão como alimento na Europa consiste na produção de *Mytilus edulis* ao longo do Atlântico Norte, Báltico e costas do Mar do Norte (Figura 2), e *Mytilus galloprovincialis* no Mediterrâneo, Adriático e Mar Negro, e nas Rias do Noroeste (NW) de Espanha. Ambas as espécies são semelhantes, com concha negra-azulada e miolo laranja, embora *M. galloprovincialis* seja ligeiramente maior (Smaal, 2002).

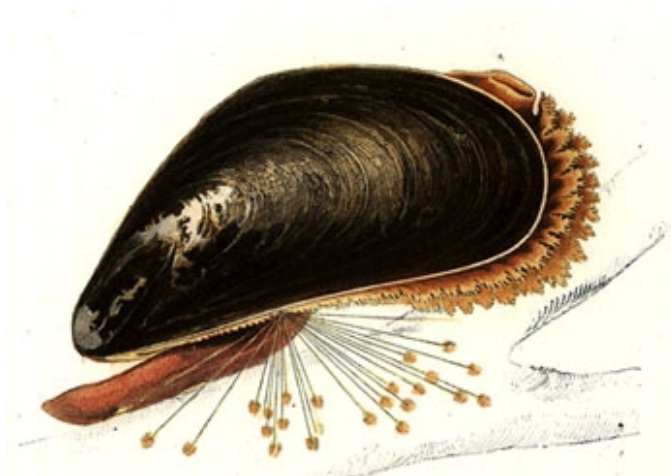


Figura 1: Imagem esquemática de um mexilhão *Mytilus sp.*
Fonte: www.google.pt



Figura 2: Áreas de produção de mexilhão ao longo da costa Atlântica Europeia. Fonte: Smaal (2002).

1.1.2 Cultivo do mexilhão

A importância e extensão do cultivo de mexilhão deram origem do aparecimento da técnica específica conhecida como mitilicultura, cuja importância e interesse económico se destaca dentro da aquacultura. O cultivo de mexilhão é considerado como o método mais eficaz de converter fitoplâncton em alimento para o consumo humano, de grande qualidade e conteúdo proteico (Bautista, 1989). O seu cultivo pode ser realizado sobre o fundo em estacas ou postes, ou em suspensão, quer através de plataformas com cordas suspensas (“bateas”) ou em “longlines” (Figura 3) (Bautista, 1989; Smaal, 2002; FAO, 2004).

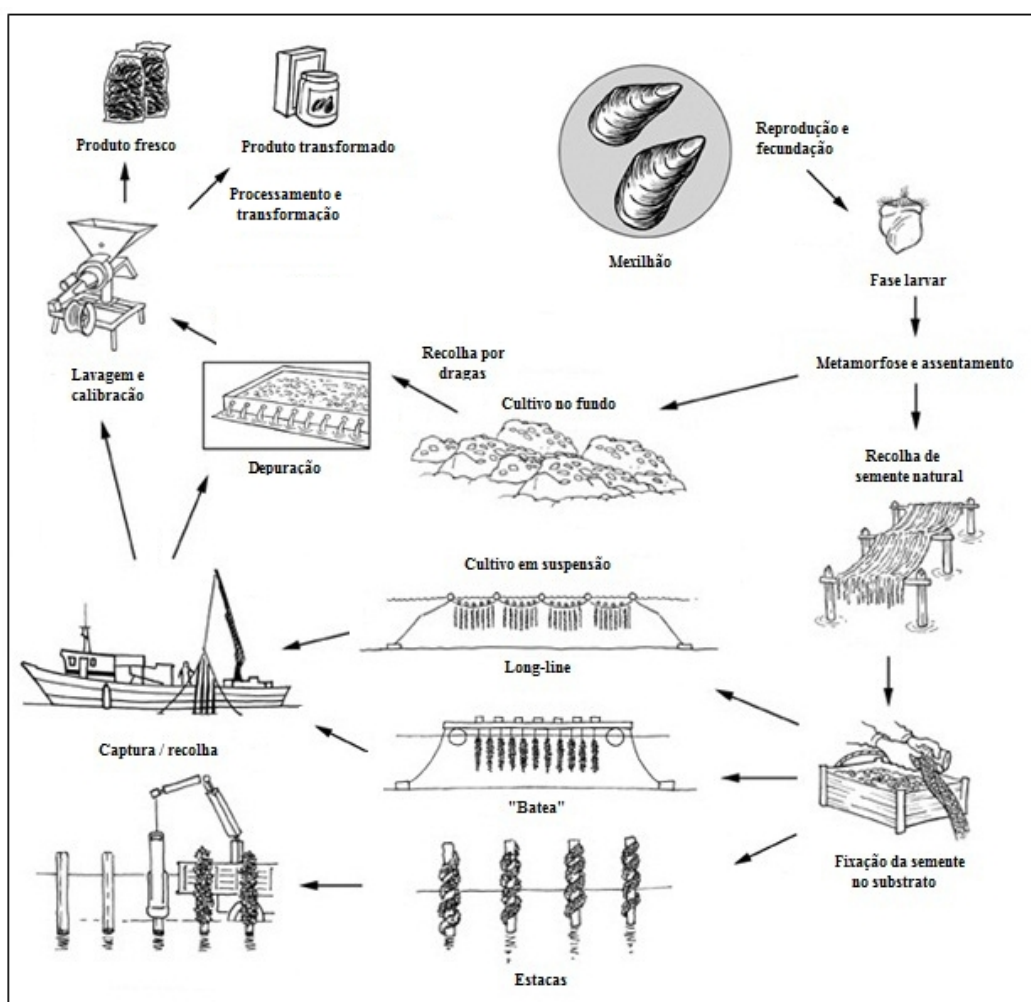


Figura 3: Ciclo de produção do mexilhão na Europa. Adaptado de FAO (2010a).

1.2 Produção e comercialização

A produção mundial de moluscos bivalves, ou seja, amêijoas, vieiras, ostras e mexilhões tem vindo a aumentar desde a década de 1990 para alcançar um novo recorde de 13,6 milhões de toneladas métricas (t) em 2005 (Quadro 1). Durante o período entre 1995 e 2005, o crescimento médio da produção de bivalves foi de aproximadamente 5% ao ano. O crescimento foi atribuído principalmente a dois factores: o rápido crescimento no sector da aquacultura e um aumento acentuado na produção de bivalves na China (FAO, 2010b; Pawiro, 2010).

Quadro 1: Produção global de bivalves, entre 1995-2005 (em 1000t).

Ano	Sector		Total
	Aquacultura	Natureza	
1995	7077.1	1936.7	9013.7
1996	7188.6	1845.6	9034.2
1997	7406.0	1771.5	9177.4
1998	8013.7	1790.7	9804.5
1999	8878.9	1831.1	10 709.9
2000	9156.3	1985.0	11 141.2
2001	9920.0	2000.9	11 920.7
2002	10 419.5	2018.0	12 437.5
2003	11 217.1	2086.2	13 303.3
2004	11 650.4	1964.5	13 614.9
2005	11 861.9	1726.3	13 588.2

Fonte: Pawiro (2010).

A contribuição da aquacultura levou a que a produção global de bivalves tenha passado de 72,8% em 1993 para 87,3% em 2005, tendo a colheita selvagem exibido uma tendência decrescente na produção. A maior parte (cerca de 71%) da produção mundial de bivalves consiste em ostras (35%) e amêijoas (36%, incluindo o berbigão), seguidas das vieiras (14,6%) e dos mexilhões (14,4%) (Quadro 2) (Pawiro, 2010).

Quadro 2: Produção mundial de bivalves por espécies, entre 1995-2005 (em 1000t).

Ano	Ostras	Amêijoas, berbigão	Vieiras	Mexilhões	Total
1995	3243.1	3223.8	1690.8	1353.0	9013.7
1996	3223.8	2700.4	1811.3	1298.8	9034.3
1997	3664.8	2755.5	1802.0	1355.1	9577.4
1998	3699.9	3100.0	1429.0	1575.5	9804.4
1999	3878.6	3601.9	1564.2	1665.2	10 709.9
2000	4247.0	3431.8	1815.2	1647.2	11 141.2
2001	4403.8	3933.8	1921.9	1661.3	11 920.8
2002	4504.1	4256.5	1968.1	1708.8	12 437.5
2003	4669.2	4712.4	2023.0	1898.7	13 303.3
2004	4757.2	4944.8	1953.7	1958.7	13 614.9
2005	4781.5	4881.6	1986.2	1939.0	13 588.2

Fonte: Pawiro (2010).

O comércio internacional de bivalves é muito regionalizado. Há poucos países capazes de penetrar em mercados distantes, fora das suas regiões, principalmente devido às barreiras técnicas, tais como regulamentos muito estritos sobre as importações de produtos de bivalves em grandes mercados. Como resultado, a contribuição dos bivalves para o total do comércio mundial de peixe e produtos da pesca era de apenas cerca de 2,3% das exportações mundiais totais dos produtos da pesca em 2005 (Pawiro, 2010).

No mercado global, mais de 90% dos bivalves são negociados vivos, frescos, congelados ou secos, e menos de 10% como enlatados ou conservas. Em termos de quantidade, no ano de 2005, os mexilhões dominavam o comércio mundial de bivalves, representando cerca de 57%, embora em termos de valor, no entanto, as vieiras tenham contribuído com mais de 45% do total de exportação de bivalves (Pawiro, 2010).

1.2.1 Produção e comercialização mundial de mexilhão

Até 2003, a produção mundial de mexilhão aumentou cerca de 35%, tendo a produção em aquacultura subido 52%. Desse aumento, 32% foi relativo à produção de mexilhão na União Europeia (Ranninger, 2005). Nesse ano (2003), a produção mundial de mexilhão alcançou 1,775 milhões de toneladas métricas (t), e a produção europeia representava 41% da produção mundial (Figura 4) (Ranninger, 2005).

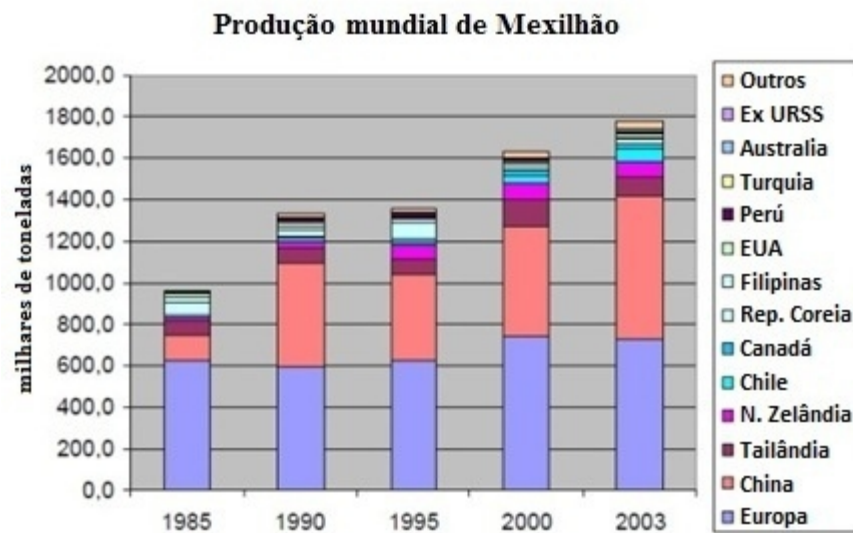


Figura 4: Produção mundial de mexilhão (1000mt), contabilizadas as espécies produzidas em aquacultura e de produção natural.

Fonte: Ranninger (2005).

Desde 2003, a China tornou-se o maior produtor de mexilhão a nível mundial, produzindo várias espécies que o seu próprio mercado interno absorve na totalidade, ultrapassando o mercado Europeu, que gera receitas de cerca de 500 milhões de dólares, e no qual se destacam as produções de países como a Espanha (cerca de 16%), a Itália (cerca de 8%), e a Holanda, a Dinamarca e a França (cerca de 5% cada) (Hoagland *et al.*, 2003). No entanto, em 2003/2004 houve um aumento da procura, o que levou a um forte aumento

da produção mundial de mexilhão, tendo-se destacado alguns mercados emergentes, como a Nova Zelândia, o Chile e o Canadá (Figura 4) (Ranninger, 2005).

O aparecimento de novos mercados veio de alguma forma revitalizar o facto de a produção ter sido extremamente variável na década de 1990-2000. Desde o pico de 500 mil toneladas métricas (t) em 1998 (FAO, 2010a), houve um declínio geral na produção, sobretudo devido ao excesso de captura de mexilhão de ocorrência natural, mas também devido ao facto de a produção global por aquacultura ter atingido a estagnação (Figura 5; FAO, 2012), maioritariamente na Europa (na medida em que os sistemas atingiram o máximo de exploração) (Smaal, 2002).

Nos últimos anos, no entanto, a crise económica mundial e as limitações impostas nos mercados internacionais (Pawiro, 2010), bem como as catástrofes naturais que devastaram grande parte da produção no Chile (Globefish, 2010) têm também contribuído para a instabilidade na produção e comercialização de mexilhão.

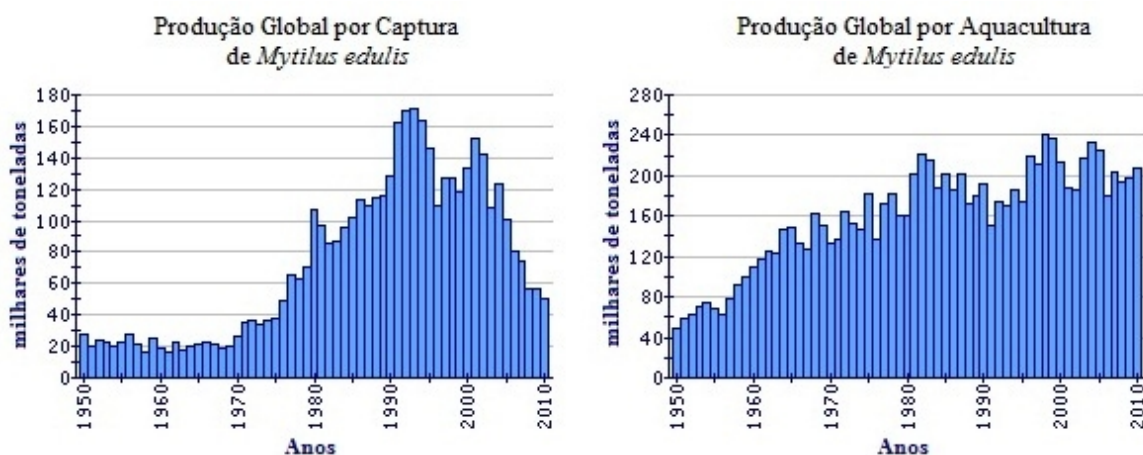


Figura 5: Produção global de mexilhão *Mytilus edulis* em aquacultura (1000t), entre 1950 e 2010. Fonte: FAO (2012).

1.2.2 Produção de mexilhão em Portugal

Apesar de ocorrer naturalmente na região, a produção de mexilhão em Portugal tem sido negligenciada, sobretudo devido à inexpressividade do mercado de consumo nacional. Em Portugal, nos últimos anos (2005-2010), a produção não ultrapassou as 380t em 2006, tendo atingido o valor mínimo de 157t em 2010 (DGPA, 2012). No extremo oposto, uma das maiores produções a nível mundial, logo a seguir à China, é feita em Espanha, onde se produzem cerca de 250 mil t ano⁻¹ (IPAC, 2012).

Tendo a produção europeia de mexilhão atingido o limite de capacidade de produção nas suas áreas tradicionais, a expansão para novas áreas é um processo a longo prazo (Smaal, 2002), para o qual Portugal apresenta condições ótimas para a implementação de explorações *offshore* no sector da aquacultura, nomeadamente na costa algarvia (Castro, 2008).

1.2.3 Comercialização do mexilhão

De acordo com a legislação europeia em vigor (Directiva 79/923/CEE e Directiva 91/492/CEE), os bivalves provenientes de zonas B ou C têm que ser obrigatoriamente colocados em tanques de depuração de modo a excretarem contaminantes ou toxinas, antes de poderem ser comercializados (Smaal, 2002). Além disso, a comercialização de moluscos bivalves vivos deve cumprir as normas do *Codex Alimentarius STAN 292-2008* (FAO/WHO, 2008).

O mexilhão é geralmente comercializado como produto refrigerado cru, sem concha ou inteiro, em bolsas plásticas ou como produto congelado em vácuo, selado em sacos

plásticos. Pode ser também vendido como produto processado, por exemplo, como mexilhão fumado ou em conserva. Actualmente há uma tendência crescente para consumir o mexilhão fresco em vez de congelado devido à sua superior qualidade organoléptica (Caglak *et al.*, 2008).

Devido ao fenómeno da globalização, já é possível encontrar no mercado mexilhão de diversas proveniências, e o consumidor está cada vez consciente do tema sustentabilidade, que muitas vezes resulta na adopção de uma certificação ou marca de qualidade que garante a aquisição e consumo dum produto de extrema qualidade, cuja origem é conhecida (rastreadabilidade) (FAO, 2010b), e actua como mais-valia no marketing deste tipo de produtos. Por exemplo, o Mexilhão da Galiza (da espécie *M. galloprovincialis*), cultivado no sistema de “*batea*”, possui marca com Denominação de Origem Protegida (DOP). A sua zona de cultivo está limitada ao espaço marítimo interior das Rias Galegas das províncias de Coruña e Pontevedra (Mexillón de Galicia, 2010).

O preço parece ser um factor menos importante na escolha do produto, já que o mexilhão é um dos mariscos mais baratos, e a oferta e competitividade dos produtores mantém o preço de mercado baixo (FAO, 2010b).

Na Europa, os mercados de bivalves mais importantes são os de França, Itália e Espanha. O comércio é principalmente intra-regional entre os Estados-Membros da União Europeia (UE) com menor participação de países terceiros como o Chile e a Nova Zelândia. A França é o maior consumidor de mexilhão na Europa, tendo importado 41.200t em 2006 (Quadro 3), com quase 88% dos fornecimentos provenientes dos Estados-Membros da UE (Holanda, Espanha e Irlanda) (Pawiro, 2010).

O consumo de mexilhão considera-se estável, mas prevê-se um ligeiro aumento na procura, tornando-se o consumidor mais exigente na sua rastreabilidade, dando mais importância à qualidade e segurança do produto, e à sua potencialidade como alimento saudável (Smaal, 2002; FAO, 2010b; Pawiro, 2010).

Quadro 3: Importações anuais de mexilhão pela França, por tipo de produto e país de origem, entre 1996-2006 (em 1000t).

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Fresco/refrigerado/vivo											
Grécia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.2
Irlanda	4.5	4.8	4.1	6.8	7.0	13.9	9.6	9.9	8.5	6.2	5.7
Itália	*	*	*	*	*	*	*	*	1.8	3.8	4.7
Holanda	14.5	14.0	29.3	16.5	11.1	10.5	8.5	15.0	15.5	14.8	10.5
Espanha	5.0	7.0	5.9	7.2	6.4	6.6	6.5	5.5	8.0	6.8	9.7
Reino Unido	3.6	5.4	4.3	4.9	3.9	7.3	3.7	3.6	3.3	3.1	2.1
Outros	4.6	3.5	4.8	4.0	4.6	6.4	5.4	4.5	5.6	4.9	6.6
Total	32.2	34.7	48.4	39.4	33.0	44.7	33.7	38.5	42.7	39.6	39.3
Congelado**											
Irlanda	1.4	1.9	1.2	1.0	0.9	1.3	1.1	1.1	1.3	1.1	1.0
Holanda	0.6	0.5	1.9	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Outros	2.6	2.1	6.0	0.8	1.1	0.7	0.4	0.5	1.0	1.1	0.8
Total	4.6	4.5	9.1	2.1	2.1	2.1	1.6	1.6	2.3	2.2	1.9
Total Final	36.8	39.2	57.5	41.5	35.1	46.8	35.3	40.1	45.0	41.8	41.2

* incluído sob "outros"; ** incluindo seco, salgado e em salmoura

Fonte: Pawiro (2010).

1.3 Conceito de análise sensorial

Os seres humanos utilizam os seus sentidos para avaliar os alimentos desde há milhares de anos. A humanidade provavelmente usou a Análise Sensorial como forma de distinguir diversos alimentos como bons ou maus, seguros ou tóxicos, ainda antes de existir o *Homo sapiens*. No entanto, apenas no início do século XX, a Análise Sensorial começou a ser aplicada como ciência: nos anos 40, nos países Escandinavos, foi desenvolvido o teste triangular na *Carlsberg Brewery* por Bengtsson e Helm, e nos EUA

foram realizados diversos estudos, por Peryon e Swartz, com vista à necessidade de manutenção da qualidade dos produtos enviados para a linha da frente durante a 2ª Guerra Mundial (Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009).

O campo de actuação da Análise Sensorial tem vindo a alargar-se consideravelmente nos últimos 50 anos, sendo reconhecida como disciplina nas ciências alimentares e do consumo, e tendo-se tornado uma parte vital das indústrias alimentares. Este reconhecimento permitiu a sua aplicação a diversos serviços, como o desenvolvimento de novos produtos, pesquisa, modificação de ingredientes e processos, redução de custos, controlo de qualidade e optimização de produtos. Do ponto de vista dos consumidores, os programas de Análise Sensorial desenvolvidos pelas empresas de produtos alimentares asseguram que os produtos que chegam ao mercado são não só seguros e bem concebidos, como também possuem atributos sensoriais desejáveis que vão ao encontro das suas expectativas (Lawless & Heymann, 2010).

Segundo a Norma Portuguesa 4263 de 1994, Análise Sensorial define-se como o “exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo organoléptica definida como “o que qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”. Segundo Noronha (2003), Análise Sensorial pode ser também “uma técnica cujo objectivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organolépticas dos alimentos, isto é, a sua influência sobre os receptores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão, e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais”.

Porém, de acordo com Carpenter *et al.* (2000) e Stone & Sidel (2004), a definição melhor aceite a nível mundial, e apresentada em 1981 pelo *Institute of Food Technologists*

(IFT), é aquela na qual a Análise Sensorial é definida como “um método científico usado para evocar, medir, analisar e interpretar as reacções às características dos produtos alimentares tal como são percebidas pelos sentidos da visão, olfacto, paladar, tacto e audição”.

1.3.1 *Objectivos da análise sensorial*

Os princípios e práticas da Análise Sensorial têm por base a definição atada pelo IFT. O termo “evocar” refere-se às indicações e princípios necessários para a preparação e análise das amostras dos produtos, sob condições controladas, de modo a que os factores de erro sejam minimizados. “Medir” refere-se ao facto de a Análise Sensorial ser uma ciência quantitativa na qual são recolhidos dados numéricos, de modo a estabelecer relações justas e específicas entre as características de um produto e a percepção humana. De seguida, “analisar” implica que os dados recolhidos, que são muitas vezes variáveis e dependentes das respostas humanas, são sujeitos a uma análise estatística apropriada, considerada num bom planeamento experimental, para que as variáveis de interesse sejam investigadas e se possam tirar conclusões sensíveis e significativas. Por fim, o “interpretar” dos resultados é extremamente importante, uma vez que os dados e a informação estatística só fazem sentido quando interpretados num contexto de hipóteses, com base em conhecimentos anteriores. As conclusões são tiradas através dos dados, análises e resultados, e implicam também considerações sobre o método, limitações da experiência, e as informações prévias sobre o assunto (Lawless & Heymann, 2010).

1.3.2 *Percepção dos alimentos*

A percepção tem um grande papel na Análise Sensorial, uma vez que esta se traduz como a capacidade do cérebro compreender e relacionar a informação sensorial com um produto (Carpenter *et al.*, 2000). A percepção sensorial dos alimentos está intimamente relacionada com os sentidos (visão, olfacto, paladar, tacto e audição) (Stone & Sidel, 2004). A relação entre um estímulo físico e a resposta fisiológica é pouco conhecida, mas a percepção das características dos alimentos parece ocorrer da seguinte forma: 1º - a aparência através da visão; 2º - o odor e/ou aromas percebidos pelo olfacto; 3º - a consistência e a textura relacionadas com o tacto; 4º - o sabor ou o “*flavour*” percebidos em conjunto pelo paladar e/ou olfacto (Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009). No entanto, no processo da percepção, a maioria dos atributos sobrepõe-se, isto é, o provador recebe um conjunto de impressões sensoriais simultaneamente e, sem treino, não será capaz de avaliar independentemente cada uma (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.3 *Atributos sensoriais*

1.3.3.1 Aparência

A aparência de um produto e/ou embalagem é muitas vezes o único atributo usado para o consumidor basear a decisão da compra ou consumo de um produto. As características gerais da aparência são a cor, o tamanho e a forma, a claridade (transparência/ opacidade), a textura superficial (brilhante/ baço; rugoso/ liso; húmido/ seco) e até a efervescência (de bebidas carbonatadas, por exemplo) (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.3.2 Odor/aroma/cheiro

O odor de um produto é detectado quando os seus voláteis entram na cavidade nasal e são percebidos pelo sistema olfativo. A quantidade de voláteis que se escapam de um produto depende da temperatura e da natureza do composto. O aroma é o odor de um produto alimentar, mas por vezes os termos cheiro e odor podem ter uma conotação negativa para algumas pessoas (mau cheiro, mau odor) (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.3.3 Textura/consistência

O terceiro conjunto de atributos a ser considerado é aquele percebido por sensores da boca que não os do gosto e dos sentidos químicos. Por norma, as características referidas são a viscosidade (de líquidos), a consistência (de purés, molhos, sumos, geleias) e a textura. A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura dos produtos em relação: às propriedades mecânicas (dureza/ firmeza; adesão/ coesão; resistência; mastigação; crocância); e às propriedades tácteis, pela presença de partículas (grãos; flocos; cristais) ou humidade (seco; oleoso; húmido), medidas através dos nervos da superfície da pele das mãos, lábios ou língua (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.3.4 Sabor

O conceito de sabor ou “*flavour*” é percebido através dos sentidos químicos de um alimento na boca, mas que inclui tanto o gosto como o cheiro dos alimentos, uma vez que além da percepção dos gostos básicos (doce, salgado, ácido, amargo e “*umami*”), os compostos aromáticos voláteis dos alimentos que se originam na boca são simultaneamente percebidos pelo sistema olfativo através das fossas nasais posteriores.

No entanto, há outras sensações, como o mentol ou o picante das especiarias, que ajudam à experiência do sabor (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.4 *Os sentidos*

1.3.4.1 Visão

O sistema visual humano permite aos indivíduos assimilar as informações do ambiente. Os olhos são os órgãos sensoriais da visão, e o acto de ver começa quando a lente do olho focaliza uma imagem numa membrana sensível à luz na parte posterior do olho, a retina. A retina é uma superfície de tecido vivo formado por células fotorreceptoras (cones e bastonetes) que captam a luz e transformam essa energia luminosa em impulsos nervosos, que por sua vez são conduzidos pelo nervo óptico até ao cérebro. Estes sinais são processados em zonas especializadas do cérebro, nomeadamente o córtex visual, que interpreta o significado da luz captada pelos olhos. O córtex sintetiza a informação recolhida em termos de forma, cor, intensidade luminosa, textura, movimento, distância e relevo da imagem visualizada no ambiente (Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009).

1.3.4.2 Olfacto

O sentido do olfacto é bastante complexo em termos anatómicos e fisiológicos, mas pode dizer-se que se baseia na habilidade de detectar moléculas químicas vaporizadas (geralmente de reduzida massa molecular). Os odores são percebidos por cerca de 1300 tipos de células receptoras específicas distribuídas pelo epitélio olfactivo (presente no topo da cavidade nasal). De uma forma simplificada, o sistema olfactivo parece funcionar

através de mecanismos de “percepção celular” dos odores, em que a alteração da diferença de potencial membranar, que resulta dos movimentos iónicos, induz potenciais de acção (sinais eléctricos) que são transmitidos ao cérebro. Não se sabe de que forma estes sinais são traduzidos pelo cérebro, no entanto, sabe-se que a informação é registada na memória, permitindo a um especialista treinado distinguir entre 150 a 200 tipos diferentes de odores (Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009).

1.3.4.3 Paladar

O paladar está associado a receptores do gosto situados principalmente na língua, cerca de 10000 papilas gustativas. Quando as diferentes células receptoras recebem os estímulos, estas detectam os cinco gostos primários: doce, ácido, salgado, amargo e “*umami*”. O gosto “*umami*” (delicioso ou saboroso) foi recentemente adicionado à lista dos gostos básicos pelo facto de existir um receptor específico (TmGluR4) na língua que o identifica. Quando se ingere um alimento, as moléculas ligam-se aos receptores nas papilas gustativas, que por sua vez transmitem sinais através dos nervos até cérebro. No córtex, a informação é combinada com aquela vinda dos receptores olfactivos sobre os aromas detectados. Outros sensores detectam a presença de químicos irritantes ou outros efeitos, como o picante e temperatura (o calor da pimenta e o fresco do mentol), e esta nova informação é adicionada à anterior (Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009).

1.3.4.4 Tacto

O tacto é o sentido que reconhece os estímulos percebidos pela pele. Através dos nervos da superfície da pele das mãos, lábios ou língua, ou mesmo pelos músculos do

corpo (quando é necessário um maior cuidado na preparação dos alimentos), podemos perceber, entre outras características, a textura e temperatura dos alimentos (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.3.4.5 Audição

A audição é talvez o sentido menos utilizado na percepção sensorial dos alimentos. O som consiste em vibrações que se deslocam pelo ar e que são captadas pelo ouvido. Estas vibrações são transmitidas através dos pequenos ossos do ouvido médio, que cria um movimento hidráulico no fluído do ouvido interno, um canal em espiral coberto de pequenos pêlos que, quando agitados, enviam impulsos nervosos até ao cérebro. No entanto, o som pode ser propagado pelo movimento dos maxilares ou dos dentes através da estrutura óssea, ao trincar, por exemplo, alimentos secos e estaladiços (Meilgaard *et al.*, 2007).

1.4 Aplicações da análise sensorial

A Análise Sensorial engloba um conjunto de técnicas para a medição exacta das respostas humanas aos alimentos, minimizando os potenciais efeitos de erros que possam influenciar a percepção do consumidor (Lawless & Heymann, 2010).

De um modo geral, a Análise Sensorial recorre a testes sensoriais, que procuram responder a questões sobre as características de um produto, podendo ser discriminatórios, descritivos ou de preferência (Quadro 4). Os testes discriminatórios têm particular relevância no contexto do Controlo de Qualidade, em estudos de “*shelf-life*” (tempo de

prateleira ou tempo máximo de vida), e na investigação de possíveis contaminações. Estes dependem da capacidade de o provador detectar e reconhecer diferenças nos e/ou entre os produtos. Os testes descritivos são mais apropriados ao contexto do Desenvolvimento de Novos Produtos, onde é desejável desenvolver um produto que atinja uma determinada qualidade, reformular um produto já existente usando diferentes ingredientes ou processos, ou investigar diferenças entre uma gama de produtos comerciais. Este tipo de testes implica a definição, avaliação e compreensão das características sensoriais de um produto, e requer frequentemente níveis elevados de precisão sensorial e treino da parte dos provadores. Os testes de preferência e aceitabilidade têm como objectivo estabelecer se as diferenças entre produtos são reconhecidas e se melhoram a probabilidade de serem aceites pelos consumidores. Estes estudos situam-se entre a Análise Sensorial e os Estudos ao Consumidor, diferindo dos testes descritivos e discriminatórios pelo facto de os provadores terem de ser representativos da população dos consumidores-alvo e de não precisarem de treino sensorial (Lawless & Heymann, 2010; Carpenter *et al.*, 2000).

Quadro 4: Classificação dos tipos de teste em Análise Sensorial.

Classe	Questão de Interesse	Tipo de Teste	Características do Painel
Discriminação	Os produtos são diferentes de qualquer modo?	“Analítico”	Seleccionado para acuidade sensorial, orientado para testar o método, por vezes treinado
Descritivo	Como diferem os produtos em características sensoriais específicas?	“Analítico”	Seleccionado para acuidade sensorial e motivação, treinado ou altamente treinado
Afectivo	Quão apreciados são os produtos ou quais são os produtos preferidos?	“Hedónico”	Seleccionado para uso do produto, sem treino

Fonte: Lawless & Heymann, 2010.

1.4.1 *Exemplos práticos de aplicações*

1.4.1.1 Controlo de qualidade

O uso de especificações do produto na produção e fornecimento de produtos alimentares é essencial para as práticas normais de comercialização. A lista de especificações é um documento que identifica as características importantes do produto e que serve de base a um acordo entre o vendedor e comprador do produto. Aplicando a Análise Sensorial, é possível saber se o produto está de acordo com as especificações, qual a variação normal na qualidade que se deve esperar ou qual a variação para cada atributo (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.2 Estudos de tempo de vida

Estes tipo de análise permite estimar o “*shelf-life*”, tempo de prateleira ou data de validade, isto é, a data até à qual será razoável esperar que o alimento retenha as suas propriedades específicas se sujeito a um armazenamento adequado. As alterações no produto podem ser potenciadas pela temperatura, luz, embalagem, atmosfera ou condições de armazenagem, transporte e venda. De um modo geral, é possível saber quanto tempo de vida tem o produto armazenado até que sejam perceptíveis mudanças nas qualidades sensoriais, como é que as características sensoriais mudam com o armazenamento ou qual o período máximo de armazenagem a partir do qual o produto fica inaceitável do ponto de vista sensorial (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.3 Detecção de contaminações

A Análise Sensorial permite também a detecção de corpos ou substâncias estranhas que possam contaminar os alimentos, como peças metálicas de equipamentos de produção ou processamento, desinfectantes, detergentes, solventes, tintas, ou garantir a segurança da embalagem (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.4 “*Product matching*”

Este tipo de aplicação consiste em comparar um produto com um dado produto-alvo e modificar as suas características sensoriais de modo a aproximar as suas características sensoriais do produto-alvo. Desta forma, é possível descrever o produto-alvo ou o produto líder de mercado, verificar as características-chave que interessam ao consumidor, aplicar uma formulação “*standard*” quando há modificações de fornecedores de ingredientes, analisar as diferenças entre a formulação e o produto-alvo e se estas são perceptíveis, ou tentar aproximar um produto experimental ao produto líder de mercado pela semelhança/diferença dos perfis sensoriais (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.5 “*Product mapping*”

A identificação da posição de um produto em relação aos seus concorrentes ou de falhas em gamas de produtos é de extrema importância. É comum avaliar os atributos dos produtos existentes no mercado, quais as diferenças sensoriais entre os produtos existentes, quais são as características dos produtos com maior e menor aceitação ou qual a

combinação de características preferida do consumidor (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.6 Reformulação do produto

Em todas as empresas é necessário, nalgum estágio da vida do produto, proceder a reformulações no produto. Estas podem dever-se a razões como: imperativos legais, mudanças de fornecedor de um ou mais ingredientes, modificações no processo de fabrico devido a modificações ou melhorias nos equipamentos, aspectos competitivos, etc. As técnicas de Análise Sensorial podem ajudar as empresas nas reformulações ao produto, pois as provas descritivas permitem verificar como é que a qualidade vai ser afectada se houver alterações nas receitas, processos ou embalagens, se a modificação produz uma mudança efectiva do ponto de vista sensorial, ou até que ponto se pode variar uma dada característica sensorial sem que a aceitação do produto seja afectada, podendo também ser úteis para detectar se a concorrência produz um produto idêntico constituindo uma ameaça à quota de mercado (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.1.7 Aceitabilidade do produto pelo consumidor

O objectivo principal de uma empresa é vender os produtos que fabrica. É então imprescindível o desenvolvimento e fabrico de produtos que sejam do aceites pelo consumidor, respondendo às suas necessidade, desejos e gostos. O conhecimento das características requeridas pelos consumidores é uma das aplicações mais importantes da Análise Sensorial no desenvolvimento de novos produtos e no marketing, podendo ajudar a obter resposta a questões como: que produto é preferido, qual dos produtos é mais

apreciado, o consumidor gosta ou não gosta da aparência/ sabor/ textura, ou quanto é que se pode modificar o produto sem que os consumidores deixem de gostar dele (Carpenter *et al.*, 2000; Noronha, 2003).

1.4.2 *Factores condicionantes*

A Análise Sensorial é uma ciência de medições que, à semelhança de outros testes analíticos, se preocupa com a precisão, exactidão, sensibilidade e em evitar resultados falsos positivos (Lawless & Heymann, 2010). Os factores que influenciam a Análise Sensorial de produtos alimentares podem ser divididos em dois grupos: uns dependentes do indivíduo, e outros relacionados com o ambiente (Esteves, 2009).

Os factores dependentes do indivíduo podem subdividir-se em capacidades “inatas” e adquiridas. As capacidades inatas são, por exemplo, a atitude (relacionada com a personalidade), a motivação (com raízes fisiológicas mas também relacionada com o interesse pessoal), a capacidade de adaptação, os “erros psicológicos” (de habituação, de expectativa, de estímulo, de lógica, de tendência central, de contraste, de proximidade e de associação) e outras, como por exemplo, a memória, a experiência, a concentração e a atenção. Por sua vez, as capacidades adquiridas estão relacionadas com instruções específicas da análise sensorial, como a ordem de apresentação das amostras (com efeitos de contraste, de grupo, de tendência central, de padrões, ou erros temporais), e o treino dos provadores (Noronha, 2003; Esteves, 2009).

1.5 Normas para a realização da análise sensorial

Como referido anteriormente, para que se realizem ensaios de Análise Sensorial é necessário cumprir certas condições e normas, de modo a minimizar a ocorrência de erros durante a avaliação. A regulamentação da Análise Sensorial tem assim contribuído para uma normalização de processos, a nível humano (pessoal técnico, provadores, consumidores), do ambiente, de alguns produtos e de novas abordagens técnicas (Sense Test, 2007).

1.5.1 *Provadores*

Os provadores são um grupo de pessoas cujo número, características e funcionamento devem contribuir para a validade dos resultados da Análise Sensorial. Como tal, a selecção, treino e monitorização dos provadores está regulamentada em 2 documentos: a Norma Portuguesa e Internacional ISO 8586-1:2001 (em vigor), que é um guia geral para a selecção, treino e controlo de provadores qualificados (Parte 1); e a Norma Portuguesa e Internacional ISO 8586-2:2008 (em vigor), que é um guia geral para a selecção, treino e monitorização de provadores peritos (Parte 2) (Noronha, 2003; Sense Test, 2007).

O treino dos provadores é necessário em quase todos os métodos de Análise Sensorial (excepto os teste de aceitabilidade pelo consumidor), mas o grau do treino depende da dificuldade e complexidade da avaliação (Huss, 1995). Segundo Hough *et al.* (2006) o número de provadores não-treinados em testes ao consumidor deve ser calculado tendo em conta os erros estatísticos envolvidos no método experimental utilizado. De um

modo geral, tendo em conta o objectivo da análise, devem usar-se 3 a 10 provadores treinados, de 8 a 15 semi-treinados e mais de 80 não-treinados (Esteves, 2009).

A capacidade sensorial dos provadores deve ser normal e os provadores devem gozar de boa saúde (por exemplo, uma gripe pode influenciar paladar e olfacto). A idade e o sexo são irrelevantes, contudo devem ser equilibrados num painel de provadores. Do ponto de vista sensorial, os fumadores têm capacidades similares aos não-fumadores. No entanto, é de evitar fumar 30 minutos antes da prova. Os horários das provas mais aconselhados são a meio da manhã ou da tarde. O interesse, a motivação, a capacidade de adaptação e a memória dos provadores são também muito importantes, por isso devem: evitar mascar pastilhas elásticas ou tomar café; usar cosméticos de forte odor; dar atenção à higiene pessoal; evitar chegar às provas apressado ou atrasado; manter a calma e a concentração durante as provas (Noronha, 2003; Esteves, 2009).

1.5.2 Ambiente

A normalização das condições ambientais dos locais destinados à Análise Sensorial de produtos alimentares é fundamental, e encontra-se regulamentada na Norma Portuguesa NP 4258:1993 (em vigor) e na norma Internacional ISO 8589:2007 (em vigor), nas quais estão expressas as directivas gerais para a concepção dos locais apropriados para Análise Sensorial (Noronha, 2003; Sense Test, 2007).

A sala de provas, contígua mas separada do local de preparação (ver Figura 6), deve, no mínimo: ser um local agradável e de fácil acesso; em que a temperatura ambiente deve ser $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a humidade relativa rondar os 60-70%; com iluminação adequada, utilizando lâmpadas com temperatura de cor 6500K; com disponibilidade de material e do

equipamento necessário. Embora de dimensão e distribuição variável, as cabinas individualizadas dos provadores devem ser: uniformes e com espaço suficiente (para amostras, folha de registo, etc.), sendo que as dimensões mínimas são 0,90m de largura, 0,75m de altura e 0,60m de profundidade; insonorizadas e inodoras; construídas de materiais laváveis em cores claras; iluminadas adequadamente (pode ser prevista uma iluminação especial com fim de dissimular as diferenças de cor ou outras características que influenciem a apreciação); e equipadas com cadeiras confortáveis e água potável corrente (Noronha, 2003; Meilgaard *et al.*, 2007; Esteves, 2009).



Figura 6: Esquema de uma área apropriada para Análise Sensorial. Fonte: Meilgaard *et al.* (2007).

1.6 Aplicação da análise sensorial ao mexilhão

As metodologias de Análise Sensorial assumem uma crescente importância no sector pesqueiro e na indústria alimentar, uma vez que o consumidor final está mais exigente

quanto à qualidade do produto que consome. Desta forma, os produtos da pesca têm que satisfazer as elevadas expectativas do consumidor, a nível de disponibilidade, segurança (química e microbiológica), frescura, integridade e valor nutricional (Botta, 1995).

Howgate (2010) lembrou recentemente uma recomendação feita pela União Europeia em 1997, acerca de um projecto da avaliação da frescura do peixe: “A Análise sensorial é o método mais importante para avaliar a frescura dos produtos da Pesca. A tendência é estandardizar a Análise Sensorial através da melhoria das metodologias e do painel de provadores, tornando-a uma medida objectiva”. O mesmo se aplica a todos os produtos da pesca e não só em relação ao controlo de qualidade/ avaliação da frescura.

O termo qualidade é bastante complexo e a sua definição é por vezes pouco clara. Mas de um modo geral, pode dizer-se que “a qualidade de um produto alimentar, em conformidade com as exigências e aceitabilidade do consumidor, é determinada pelos seus atributos sensoriais, composição química, propriedades físicas, níveis de contaminação microbiológica e toxicológica, tempo de vida (“*shelf-life*”), embalagem e rotulagem” (Costell, 2002).

Hoje em dia, são utilizados muitos tipos diferentes de métodos sensoriais para avaliar e controlar a qualidade sensorial dos produtos da pesca. Há aqueles que podem ser usados para definir características sensoriais específicas ou a qualidade *standard* de um produto, ou até os que podem ser usados para testar se um produto está de acordo com as especificações, ou se apresenta um bom grau de frescura (Carr *et al.*, 2001).

A Análise Sensorial descritiva distingue-se dos restantes métodos sensoriais especialmente no que respeita à elaboração do perfil de um produto através de todas as suas características sensoriais perceptíveis. Os testes sensoriais descritivos como: método

de perfil de sabor; método de perfil da textura; método de espectro; perfil de livre escolha; análise descritiva quantitativa (QDA) e perfil quantitativo de sabor, estão entre as mais sofisticadas ferramentas da Análise Sensorial, e envolvem a detecção (discriminação) e descrição de ambos os atributos qualitativos e quantitativos de um produto avaliado por um painel de provadores treinados (Murray *et al.*, 2001). Segundo Howgate (2010), o objectivo do treino é permitir que o provador reconheça, classifique e localize uma amostra com base nas suas propriedades sensoriais, relativamente a um produto. A maior vantagem da análise descritiva é a sua capacidade de estabelecer relações entre análises descritivas sensoriais e instrumentais, ou análises de preferência do consumidor (Murray *et al.*, 2001).

As preferências do consumidor são condicionadas não só pelo preço, disponibilidade e diversificação do produto, mas sobretudo pelo facto de ser um produto tradicional/natural, pelas suas características organolépticas e nutricionais, e também pela existência de uma marca de qualidade (Denominação de Origem Protegida - DOP), que irá garantir a aquisição e consumo dum produto de extrema qualidade com origem conhecida (FAO, 2010b).

Do ponto de vista do consumidor, o mexilhão é também visto como um alimento equilibrado e saudável, por ser rico em proteínas, vitaminas e sais minerais, e ter um baixo nível de colesterol (Mexillón de Galicia, 2010). Por isso a qualidade global do mexilhão é o resultado de das suas características biológicas, químicas e organolépticas (como o aspecto das valvas e do músculo, o sabor típico e a ausência de componentes indesejáveis) (Vernocchi *et al.* (2007).

Em relação ao mexilhão comercializado vivo fresco, o controlo de qualidade baseia-se unicamente no animal se encontrar vivo, o que pode ser simplesmente confirmado

batendo-lhe com o dedo – as valvas (concha) fecham-se quando sentem o movimento, o que significa que o animal está vivo (*Codex Alimentarius STAN 292-2008*) (FAO/WHO, 2008). Foram também realizados outros estudos em que a análise sensorial foi uma das ferramentas utilizadas na avaliação do mexilhão. Gökoglu (2002) elaborou um perfil sensorial do mexilhão através de testes descritivos, e Gómez-Sintes *et al.* (2004) conduziu uma análise sensorial em mexilhões da Galiza, do delta do Ebro e de Valência (Espanha), no qual mostrou que os consumidores encontraram diferenças significativas nos atributos sensoriais entre os mexilhões das diferentes origens. Este facto é particularmente relevante para quantificar as diferenças na composição do mexilhão e noutros parâmetros que melhor definem a sua qualidade, quando são produzidos em locais diferentes (Fuentes *et al.*, 2009).

1.7 Composição química do mexilhão

Os bivalves têm um valor nutricional excepcional, e estão geralmente associados aos alimentos considerados saudáveis e completos, visto apresentar uma série de elementos nutricionais essenciais para a alimentação humana. Na determinação da composição química do mexilhão, e à semelhança de outros produtos da pesca, incluem-se a água, proteínas e outros compostos azotados, lípidos e hidratos de carbono (Huss, 1995). Os lípidos são geralmente o segundo maior constituinte bioquímico a seguir às proteínas, e fornecem nutrientes importantes como as vitaminas lipo-solúveis (sobretudo A e D) e os ácidos gordos polinsaturados do tipo ómega-3 (PUFA) (Orban *et al.*, 2002) que demonstraram ter um papel positivo na prevenção de certas doenças humanas, sendo

associados a um decréscimo do risco de doenças cardiovasculares (Valfré *et al.*, 2003; Aubourg, 2010).

Entre os diferentes parâmetros que contribuem para a qualidade dos bivalves, as medições biométricas e a quantidade de massa edível são também aspectos importantes a ter em conta na comercialização do mexilhão (Fuentes *et al.*, 2009). No entanto, a composição química dos produtos da pesca varia de acordo com alguns aspectos intrínsecos (com a espécie ou mesmo individualmente com o sexo ou idade) e é influenciada por diversos factores ambientais e geográficos. Essa variação está também muito relacionada com a composição do alimento e alterações sexuais relacionadas com o período de reprodução (Huss, 1995).

O perfil de aminoácidos ou a composição de ácidos gordos são parâmetros importantes que podem ser afectados pela origem dos mexilhões, como se verificou no estudo efectuado por Fuentes *et al.* (2009). Nos diversos estudos de Freitas *et al.* (2002a, 2002b, 2002c) sobre classes lipídicas e ácidos gordos em mexilhão, é notória a influência dos parâmetros ambientais na evolução dos respectivos perfis de ácidos gordos. Em numerosos outros estudos ficou também provada a influência das condições ambientais e nutricionais na composição do mexilhão (Bayne & Worrall, 1980; Smaal & van Stralen, 1990; Gómez-Sintes *et al.*, 2004; Fernández-Reiriz *et al.*, 1996; Okumus & Stirling, 1998; Orban *et al.*, 2002; Ramón *et al.*, 2007; Vernocchi *et al.*, 2007; Babarro *et al.*, 2011). A maioria destes estudos incidiu sobre o mexilhão *M. galloprovincialis*, no que respeita à análise da composição química, crescimento, reprodução, fisiologia ou parasitologia. No entanto, a literatura sobre o mexilhão em Portugal é escassa (Moreira, 2008) e limita-se

sobretudo a estudos de poluição e/ou ecotoxicologia (Bebiano & Machado, 1997; Lima, 2007).

1.8 Objectivos

Este trabalho teve como objectivo principal caracterizar os aspectos biológicos, nutricionais e sensoriais de mexilhão (*Mytilus sp.*) produzido em aquacultura *offshore*, em sistema de “*longlines*” na Área de Produção Piloto Aquícola da Armona (Algarve, Portugal). Numa primeira fase, elaborou-se um perfil sensorial do mexilhão produzido em *offshore* através de um método descritivo de análise sensorial, e posteriormente realizaram-se testes discriminatórios para verificar se havia diferenças sensoriais perceptíveis entre o mexilhão produzido em *offshore* e mexilhão de outras origens adquirido em superfícies comerciais. De modo a aprofundar as eventuais diferenças, fez-se a caracterização nutricional do mexilhão produzido em *offshore* através da análise de composição proximal e bioquímica de diversos parâmetros (humidade; cinzas; proteína total; aminoácidos livres; lípidos totais; classes lipídicas; ácidos gordos livres; hidratos de carbono), por comparação com o mexilhão mais frequentemente encontrado em superfícies comerciais, como o mexilhão fresco da Galiza (DOP).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material biológico e processamento

O mexilhão utilizado neste estudo foi sobretudo da espécie *Mytilus galloprovincialis*, embora por vezes se encontrassem indivíduos da espécie *Mytilus edulis*. Por esse motivo resolveu designar-se a espécie como *Mytilus sp.*

O mexilhão de *offshore* foi capturado na Área Piloto da Armona (APAA) na costa algarvia nos meses de Junho e Julho de 2011. A captura e o transporte para terra dos exemplares de mexilhão produzido em *offshore* ficaram a cargo da empresa Companhia de Pescarias do Algarve (Faro, Portugal). O mexilhão de origem comercial foi comprado em diferentes supermercados (Continente, Pingo Doce e Jumbo, em Faro), entre Abril e Julho de 2011, no próprio dia da análise. O seu transporte até ao laboratório foi feito em caixas isotérmicas com acumuladores térmicos (*ice packs*) para refrigeração. No laboratório, os mexilhões foram lavados em água doce e calibrados por tamanho, sendo depois acondicionados em caixas plásticas, sobre um filme plástico sobre gelo, e posteriormente armazenados em câmara frigorífica, à temperatura média de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24h.

A análise sensorial do mexilhão proveniente das diferentes origens foi realizada no dia seguinte à captura, sendo este factor assegurado, no caso do mexilhão de origem comercial, através dos dados constantes no respectivo selo da empresa produtora. Para tal seguiram-se as indicações do Codex *CAC-GL 31-1999*, que sugere os procedimentos para a Análise Sensorial de pescado e bivalves em laboratório (FAO/WHO, 2001).

Na tabela abaixo resume-se a informação dos diferentes mexilhões amostrados, de acordo com as datas das sessões de análise sensorial (sessão 1 – treino prévio de provadores; sessões 2 a 4 – provas definitivas) (Quadro 5).

Quadro 5: Informação sobre os locais e datas de origem, expedição e compra dos mexilhões utilizados nas diversas sessões de análise sensorial.

Data da Sessão /Amostragem	Código do Mexilhão	Local de Compra	Data de Embalamento	Local de Origem	Local de Expedição
Sessão 1 06/05/2011	PTV	Continente	05/05/2011	Pontevedra Espanha	Cultivos Marinos Vilanova, S.L. Galiza, Espanha
	SPG	Pingo Doce	05/05/2011	Espanha	Ancoramar Mariscos Lda. Portugal
Sessão 2 03/06/2011	PTV	Continente	02/06/2011	Pontevedra Espanha	Cultivos Marinos Vilanova, S.L. Galiza, Espanha
	SPG	Jumbo	02/06/2011	Espanha	Ancoramar Mariscos Lda. Portugal
Sessão 3 17/06/2011	OFF	<i>Offshore</i>	16/06/2011	Algarve Portugal	Área Piloto da Armona (APAA) Portugal
	PTN	Jumbo	16/06/2011	Vila Praia de Âncora Portugal	Ancoramar Mariscos Lda. Portugal
Sessão 4 14/07/2011	OFF	<i>Offshore</i>	13/07/2011	Algarve Portugal	Área Piloto da Armona (APAA) Portugal
	VIG	Pingo Doce	12/07/2011	Vigo Espanha	Mariscos Ria de Vigo, S.L. Galiza, Espanha

2.2 Amostragem

Após a triagem inicial, de forma a retirar os indivíduos que apresentassem danos visíveis (concha aberta e/ou partidos) ou com o tamanho inferior ao mínimo de captura permitido (<50mm) (Figura 7), seleccionaram-se aleatoriamente 24 indivíduos de cada uma de duas origens diferentes para a análise sensorial, i.e. avaliação das características organolépticas do mexilhão.



Figura 7: Mexilhão descartado, apresentando danos visíveis (concha aberta e/ou partidos) ou com o tamanho inferior ao mínimo de captura permitido (<50mm). Fonte: Ana Rita Oliveira

Paralelamente, foram recolhidos alguns dados biométricos, tendo alguns indivíduos sido pesados e medidos (comprimento, largura e altura da concha) com uma balança Shimadzu UX2200H (0,01g) e uma craveira digital Fischer Darex (0-150mm±0,01mm), respectivamente. No total, foram recolhidos dados biométricos de 337 indivíduos de diversas origens durante os treinos e provas, tendo 234 indivíduos sido distinguidos de acordo com a sua origem nas sessões de análise sensorial: mexilhão PTV, n = 60; SPG = 78; PTN, n = 24; mexilhão OFF, n = 48; mexilhão VIG, n = 24.

A amostragem para as análises bioquímicas foi feita no dia da análise sensorial (Quadro 6), tendo sido recolhida e triturada a massa edível de cerca de 50 indivíduos (de uma dada origem) numa picadora Philips HR1496 (400W). A massa resultante foi colocada em 5 frascos Falcon de 15mL, devidamente etiquetados, tendo estes sido imediatamente mergulhados em azoto líquido, para evitar qualquer degradação bioquímica. A amostra foi liofilizada (liofilizador LABCONCO Freezone 6, Model 195) e usada posteriormente nas várias determinações físico-químicas, excepto para a determinação da humidade, para a qual foi usada a amostra em húmido.

Quadro 6: Informação sobre os locais de origem e compra dos mexilhões utilizados nas diversas análises bioquímicas e respectivas datas de amostragem.

Código do Mexilhão	Local de Compra	Local de Origem/Expedição	Data da Amostragem
OFF	<i>Offshore</i>	Algarve, Portugal Área Piloto da Armona (APAA)	17/06/2011
PTN	Jumbo	Portugal Ancoramar Mariscos Lda.	17/06/2011
VIG	Pingo Doce	Galiza, Espanha Mariscos Ria de Vigo, S.L.	14/07/2011

2.3 Análise sensorial

2.3.1 Preparação das amostras

Os mexilhões foram mantidos em gelo até ao momento da prova sensorial. A cada provador foram apresentados, sucessivamente, dois exemplares (um cru e um cozido) de

cada origem, em pequenos pratos brancos de igual dimensão e codificados (Figura 8). O mexilhão cru foi aberto com um bisturi imediatamente antes da análise, enquanto o mexilhão cozido foi sujeito a tratamento térmico num microondas (Moulinex FM2535, potência máxima de 850W), num recipiente de porcelana com tampa de vidro, durante 1,5 min., na potência média (400W), sem adição de sal ou outros condimentos.



Figura 8: Mexilhão fresco (à esquerda) e cozido (à direita) apresentado aos provadores durante a análise sensorial. Fonte: Ana Rita Oliveira

2.3.2 Painel de provadores

O painel era constituído por 8 a 12 provadores (consoante disponibilidade), maioritariamente do sexo feminino. A maioria dos provadores tinha treino prévio em análise sensorial, embora nem todos tivessem um conhecimento profundo acerca do mexilhão. A avaliação decorreu numa sala específica para provas sensoriais, segundo a Norma NP 4258:1993, do Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise

Sensorial do Departamento de Engenharia Alimentar do Instituto Superior da Engenharia da Universidade do Algarve.

2.3.3 *Treino prévio*

No total, realizaram-se 5 sessões de treino prévio dos provadores e de elaboração das tabelas para a análise sensorial do mexilhão, do tipo QDA[®] (Stone *et al.*, 2004), e seguindo a Norma NP ISO 8586-1:2001. Estas sessões foram realizadas entre Abril e Maio de 2011, utilizando mexilhão de origem comercial (diversas origens e locais de compra).

Na 1ª sessão, a avaliação foi feita utilizando uma lista de descritores para o mexilhão (Gokoglu, 2002), em cru e em cozido, dando hipótese aos provadores de escolherem todos os termos que se aplicassem. Para a sessão seguinte, foram construídas as tabelas para análise descritiva, com base numa escala quantitativa tipo Torry (Archer, 2010), utilizando apenas os termos seleccionados pelos provadores na sessão anterior. Nas sessões seguintes, foram feitos pequenos ajustamentos às tabelas seguindo as sugestões dos provadores (ver tabelas no Anexo I), enquanto na 5ª e última sessão dos treinos foram esclarecidas as dúvidas dos provadores relativamente à morfologia interna e aos critérios a ter em conta na avaliação dos diferentes parâmetros da textura (Rosenthal, 1999).

Os atributos finais a serem avaliados através das tabelas de análise foram os seguintes: a) mexilhão cru: cheiro (fresco, intrínseco, a algas), aparência do músculo (superfície lisa, brilhante, húmida, cor-de-laranja) e textura (firmeza, consistência, elasticidade, suavidade); e b) mexilhão cozido: cheiro (fresco, intrínseco, a algas), sabor

(intrínseco, salgado, doce) e textura (firmeza, consistência, dureza, mastigabilidade, suculência, suavidade). Em ambos, a avaliação teve por base uma escala quantitativa numérica de 0 a 5 pontos (ver tabelas em Anexo I).

2.3.4 *Sessões de provas*

As sessões de análise sensorial decorreram no laboratório (mencionado na alínea 2.32 deste capítulo) entre as 10h30 e as 12h30.

Em cada uma das 3 sessões de provas, foram apresentados sucessivamente a cada provador 2 tabuleiros, cada tabuleiro contendo 2 amostras de mexilhão de uma dada origem, um cru e um cozido, devidamente codificados. Os tabuleiros foram entregues de forma aleatória, sendo o segundo tabuleiro apresentado 3 minutos depois de terminada a avaliação do primeiro, e de modo a que cada provador avaliasse os mexilhões de 2 origens distintas de forma independente. Ao provador foram também entregues as tabelas finais para preenchimento da avaliação, uma para cada origem e tipo de processamento (cru e cozido), bem como informações úteis à correcta avaliação do mexilhão (Anexo I).

2.4 **Análises bioquímicas**

2.4.1 *Humidade*

A humidade foi determinada de acordo com o protocolo descrito na Norma NP 2282:2009, numa estufa Memmert B15 a 60°C durante 12h, em triplicado de amostra.

2.4.2 Cinza

A determinação da cinza foi feita colocando o cadinho com a amostra seca (após determinação da humidade) numa mufla Thermolyne (Sybron) Type 6000 Furnace, a 500°C, durante 12h (Norma NP 2032:2009). Efectuaram-se 3 replicados para cada amostra.

2.4.3 Proteína e aminoácidos

A determinação do teor de proteína total realizou-se através do método de Kjeldahl, em triplicados de amostra, em que o valor de azoto total obtido foi multiplicado pelo factor 6,25 de modo a obter o teor de proteína total, segundo o método AOAC 976.06 (AOAC, 1980). O equipamento utilizado consistiu num digestor Gerhardt Kjeldatherm e num destilador Gerhardt Vapodest1. As pastilhas catalizadoras eram da Merck, do tipo “Kjeldahl – sem mercúrio e selénio (5g/tablet)”.

As amostras para análise de aminoácidos livres foram extraídas em HCl 0,1M e depois desproteinizadas por ultrafiltração centrífuga (10kDa de corte, 2500g, 20 min, 4°C). Após a desproteinação, as amostras foram derivatizadas numa pré-coluna com fenolisotiocianato (PITC; Pierce), utilizando o método PicoTag (Waters, EUA), como descrito por Cohen *et al.* (1989). Os padrões externos foram preparados juntamente com as amostras, utilizando soluções fisiológicas de aminoácidos padrão (ácido/neutro e básico da Sigma) e uma solução de glutamina. A norleucina foi usada como padrão interno. As amostras e os padrões foram analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) num sistema Waters de análise de aminoácidos de fase reversa (RP), equipado

com uma coluna PicoTag (3,9 x 300 mm), um aquecedor de coluna (a 46°C), uma bomba binária, um amostrador automático e um detector de absorvância UV/Vis (254 nm), utilizando as condições descritas por Cohen *et al.* (1989). Realizaram-se leituras para cada triplicado de amostra, tendo os picos obtidos sido analisados com o *software* Breeze (Waters, EUA).

2.4.4 *Lípidos, classes lipídicas e ácidos gordos*

A extracção e determinação de lípido total (TL) realizou-se segundo o método de Folch *et al.* (1957). O solvente orgânico foi evaporado sob um fluxo de azoto gasoso e o teor de lípidos determinado por gravimetria. Este foi conservado em solução de clorofórmio:metanol (2:1) contendo 0,01% butil-hidroxitolueno (BHT) (w/w) como antioxidante (Christie, 1982), numa concentração de 10mg mL⁻¹, a -20°C, até posterior determinação de classes lipídicas (metodologia de Olsen & Henderson, 1989) e ácidos gordos (metodologia de Christie, 1982), nas instalações do Centro IFAPA Agua del Pino em Cartaya (Huelva, Espanha).

As classes lipídicas (LC) foram separadas por cromatografia de camada fina de alta performance (HPTLC), a uma dimensão com duplo desenvolvimento, utilizando metilacetato/isopropanol/clorofórmio/metanol/ 0,25% KCl (w/v) (25:25:25:10:9 vol⁻¹) como sistema solvente polar, e hexano/éter etílico/ácido acético glacial (80:20:2 /vol⁻¹) como sistema solvente neutro. As LC foram quantificadas por reacção com acetato de cobre seguido por densitometria com um detector CAMAG TLC Scanner 3 Dual

Wavelength Flying Spot (Olsen & Henderson 1989). As LC individuais foram identificadas por referência a padrões autênticos (Sigma) e a um bem caracterizado extracto lipídico de gónada de bacalhau. As LC foram quantificadas como uma percentagem em relação ao total das áreas detectadas.

Os extractos de TL foram submetidos a transmetilação catalisada por ácido durante 16 horas a 50°C, utilizando 1mL de tolueno e 2mL de 1% de ácido sulfúrico (v/v) em metanol. Os ésteres metílicos de ácidos gordos (FAME) resultantes foram purificados utilizando cromatografia de camada fina (TLC), e visualizados através da pulverização com 1% (w/v) de iodo em CHCl₃ (Christie, 1982). Antes da transmetilação, foi adicionado ácido heneicosanóico (19:0) à amostra de TL como padrão interno. Os FAME foram separados e quantificados por cromatografia gasosa (GC) utilizando um cromatógrafo Shimadzu GC 2010, equipado com detector de ionização de chama (250°C) e uma coluna de sílica fundida Tecnokroma-Suprawax-280TM (15m x 0,1mm ID). Foi usado hélio como gás de arrasto e a temperatura inicial do forno foi de 150°C, seguida por um aumento a uma taxa de 30°C/min, até uma temperatura final de 250°C durante 7 minutos. Os ácidos gordos foram identificados por referência a padrões autênticos (FAME Mix C4-C24; Supelco, Sigma-Aldrich Co., St Louis, MO, EUA) e a um óleo de peixe bem caracterizado (Menhaden Oil; Supelco).

Os reagentes BHT, KCl, bicarbonato de potássio e iodo foram fornecidos pela Sigma Chemical (St. Louis, MO, EUA). As placas de TLC (20cm × 20cm × 0,25mm) e HPTLC (10cm × 10cm × 0,15mm), pré-revestidas com sílica gel (sem indicador fluorescente),

foram adquiridas à Macheren-Nagel (Düren, Alemanha). Todos os solventes orgânicos utilizados para a GC eram de grau reagente e foram adquiridos à Panreac (Barcelona, Espanha).

2.4.5 Hidratos de carbono

A determinação do teor de hidratos de carbono totais foi efectuada através do método de Dubois *et al.* (1956). A leitura das amostras foi feita num espectrofotómetro Hitachi U-2000, a 490nm. Realizaram-se triplicados para cada amostra.

2.5 Análise dos dados

O limite de confiança utilizado em toda a análise estatística foi de 95% ($\alpha=0,05$).

Utilizou-se o SPSS[®] versão 19.0 (IBM[®] Company, 2010) para a análise estatística dos dados biométricos e bioquímicos. Para a análise estatística dos resultados da análise sensorial utilizou-se a versão mais recente (v. 1.14) do pacote SensoMineR (Lê *et al.*, 2008) para o programa R versão 2.14.0 (R Development Core Team, 2011).

2.5.1 Dados biométricos

A relação estatística entre as 3 variáveis comprimento, largura e altura e a variável peso foi analisada através de regressão linear múltipla (Zar, 1999) usando o SPSS[®] (IBM[®] Company, 2010).

2.5.2 Análise sensorial

Numa primeira fase, compararam-se os produtos (mexilhão) atributo-a-atributo e avaliou-se o desempenho do painel de provadores (atendendo às várias sessões de provas realizadas) através de Análise de Variância (ANOVA). Os modelos estatísticos considerados incluíram os factores Produto, Proveedor e Sessão assim como as respectivas interacções de 2ª ordem (e.g. Produto x Proveedor ou Proveedor x Sessão). Os resultados desta análise (univariável) apresentam-se sob a forma de gráficos caixas-e-bigodes (para as classificações por produto e por atributo sensorial) e de barras (testes *post-hoc* de comparações múltiplas Fisher LSD).

Durante a análise de desempenho do painel, optou-se por excluir os dados dos mexilhões PTN e VIG (ver Quadro 5), uma vez que foram analisados uma única vez. O poder discriminatório dos provedores foi avaliado através de ANOVA com interacções dos factores Produto x Proveedor, e a consistência dos provedores através de ANOVA com interacções dos factores Proveedor x Sessão. A análise dos dados dos produtos e dos provedores foi conduzida de forma independente pois, por motivos de indisponibilidade comercial, alguns mexilhões foram analisados sensorialmente apenas uma vez, não havendo repetições suficientes para o cálculo do desempenho do painel. Complementarmente, e ainda atributo-a-atributo, utilizou-se análise de correlação linear para estudar o desempenho individual de cada proveedor relativamente à totalidade do painel.

Numa segunda fase, para comparar em termos sensoriais os produtos, numa perspectiva multivariável, mais abrangente, utilizou-se análise de componentes principais (PCA) (Husson *et al.*, 2007). De forma a “contornar” a dimensão do painel de provedores e

providenciar medidas da variabilidade dos resultados, utilizou-se uma metodologia de amostragem repetida (“*resampling*”), designada “*bootstrap*”, para criar um painel (virtual) de provadores. Realizaram-se 500 repetições (R=500), que permitiram estimar elipses de confiança (neste caso, 95% de confiança) para os pontos médios da classificação dos produtos (Husson *et al.*, 2005; Lê *et al.*, 2006). Os descritores/atributos sensoriais que numa ANOVA inicial (cujo modelo foi: *atributo = produto + provador*) resultaram num $p > 0,5$ foram considerados irrelevantes e removidos do procedimento descrito acima (PCA, “*bootstrapping*” e elipses de confiança). Finalmente, compararam-se os produtos através do teste T^2 de Hotelling (Husson *et al.*, 2005).

Os procedimentos descritos acima foram aplicados aos resultados da análise sensorial de mexilhões crus e cozidos.

2.5.3 Análises bioquímicas

Numa primeira fase, foi testada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, usando o SPSS[®]. A transformação em arco seno (ArcSen) da raiz quadrada foi aplicada a todos os dados amostrais expressos em percentagem (Fowler *et al.*, 2002) para normalização dos dados. Nos casos em que se não se cumpriu a normalidade após a transformação dos dados, verificou-se a homogeneidade das variâncias através do teste de Levene no SPSS[®] (Zar, 1999).

Ocorreram duas situações em que se excluíram *outliers*, devido a erros experimentais (num replicado de proteína total e num replicado de lípidos totais), devidamente confirmados no SPSS[®].

Por fim, e uma vez que não foi verificada homogeneidade de variância nos replicados de aminoácidos (FAA), classes lipídicas (LC), e ácidos gordos (FFA), aplicou-se uma Welch ANOVA a cada conjunto de valores obtidos dos replicados das diferentes amostras de mexilhão (Zar, 1999). Posteriormente, para determinar as diferenças significativas entre as médias obtidas para cada amostra de mexilhão, efectuou-se um teste *post-hoc* Fisher LSD, expresso numa matriz de probabilidades, através do programa SPSS® (versão 19.0; IBM® Corporation). Para os casos que não cumpriram o princípio da homogeneidade das variâncias, aplicou-se um teste *post-hoc* Games-Howell com o SPSS® (Zar, 1999).

2.5.4 *Correlação entre análise sensorial e bioquímica*

Finalmente, com o objectivo de explorar as potenciais relações entre os atributos sensoriais e as propriedades físico-químicas/bioquímicas dos mexilhões de diferentes origens (PTN, OFF e VIG), realizou-se uma análise factorial múltipla (MFA) (Escofier & Pagès, 1998) usando o pacote FactoMineR (Husson *et al.*, 2012) para o programa R versão 2.14.0 (R Development Core Team, 2012). A análise MFA, que deriva da análise de componentes principais (PCA) e da análise de correlação canónica (CCA), permite analisar situações em que "indivíduos" são descritos por vários grupos de variáveis (que, em cada grupo, devem ser do mesmo tipo, quantitativas ou qualitativas).

Em análise sensorial podem considerar-se os produtos como "indivíduos", descritos por um grupo de variáveis relativas as atributos sensoriais (aparência, cheiro, sabor,

textura) e outro grupo de variáveis bioquímicas (proteínas, lípidos, etc.). De forma simplista, a MFA permite, por um lado, realçar a estrutura comum a um conjunto de grupos de variáveis observadas para um mesmo conjunto de "indivíduos" e, por outro, representar graficamente essas estruturas relativamente aos "indivíduos" e às variáveis (Pagès, 2004; Pagès & Husson, 2005; Pagès & Tenenhaus, 2001).

Neste caso, realizou-se a MFA utilizando os dados das médias dos atributos (cheiro, sabor e textura) na análise sensorial em cozido para os três mexilhões analisados (PTN, OFF e VIG), e as médias correspondentes das determinações bioquímicas dos aminoácidos e ácidos gordos livres mais relevantes (aminoácidos essenciais voláteis e ácidos gordos com diferenças estatisticamente significativas entre produtos).

3. RESULTADOS

3.1 Dados biométricos

Apresentam-se no Quadro 7 as características biométricas dos espécimes de mexilhão analisados neste trabalho. Tendo em conta a origem do mexilhão amostrado aquando as sessões de análise sensorial, foi possível verificar que o mexilhão proveniente de produção *offshore* (OFF) não apresentou diferenças significativas em relação ao mexilhão de Vigo (VIG) nas variáveis largura, altura e peso, que por sua vez foi aquele que evidenciou maior comprimento médio (>80mm). O mexilhão OFF apresentou maior percentagem de massa edível (36,56%) e, embora não tenha sido possível diferenciá-lo estatisticamente, verificou-se que os mexilhões espanhóis PTV e SPG eram menos pesados e teriam por isso menor massa edível que os restantes mexilhões.

Quadro 7: Dados biométricos de mexilhão de diferentes origens, com os respectivos valores de média e desvio-padrão.

Dados Biométricos	OFF	PTN	PTV	SPG	VIG
Comprimento (mm)	73,99 ± 0,92 ^a	69,55 ± 1,29 ^b	63,32 ± 0,82 ^c	62,12 ± 0,72 ^c	83,13 ± 1,29 ^d
Largura (mm)	39,27 ± 0,46 ^a	35,09 ± 0,64 ^b	32,70 ± 0,41 ^c	31,55 ± 0,36 ^d	39,40 ± 0,64 ^a
Altura (mm)	26,41 ± 0,38 ^a	24,69 ± 0,53 ^b	21,21 ± 0,34 ^c	21,29 ± 0,30 ^c	26,41 ± 0,53 ^a
Peso Total (g)	31,22 ± 0,94 ^a	29,14 ± 1,33 ^a	18,27 ± 0,84 ^b	18,46 ± 0,74 ^b	30,23 ± 1,33 ^a
Massa Edível (%) [*]	36,56 ± 7,79 ^a	34,26 ± 6,10 ^a	--	--	--

Legenda: * cálculo da massa edível com n = 20; -- não calculado por dados insuficientes; As médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas, para p<0,05 (teste *post-hoc* LSD); OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo.

3.2 Análise sensorial

3.2.1 Análise sensorial de mexilhão fresco

3.2.1.1 Avaliação do desempenho do painel de provadores

A análise global do desempenho do painel de provadores está resumida no Quadro 8, em que se apresentam as probabilidades de significância (valores-p) das ANOVAs, através das quais se estudaram os efeitos do produto, do provador, da sessão e das respectivas interações sobre a avaliação de cada um dos atributos sensoriais em mexilhão fresco. De um modo geral, e considerando cada atributo sensorial *per se*, podemos observar que há diferenças significativas ($p < 0,05$) entre produtos para a maioria dos atributos (sem ter em conta os provadores e as sessões), bem como entre provadores (sem ter em conta os produtos e as sessões). Por outro lado, não houve diferenças significativas ($p > 0,09$) na avaliação dos atributos entre sessões (sem ter em conta os produtos e os provadores; Quadro 8).

Quadro 8: Avaliação do desempenho global do painel na avaliação do mexilhão fresco. Apresentam-se os valores-p das ANOVAs (ordenado por valor-p do produto) para estudar os efeitos do produto, do provador, da sessão e das interações sobre a discriminação dos atributos.

Atributos	Produto	Provador	Sessão	Produto: Provador	Produto: Sessão	Provador: Sessão	Mediana
ChFresco	0,030	0,012	0,154	0,015	0,910	0,446	0,092
ChIntrínseco	0,028	0,033	0,276	0,091	0,812	0,609	0,183
ChAlgas	0,012	0,035	0,151	0,144	0,661	0,748	0,148
ApBrilhante	0,014	0,019	0,640	0,032	0,559	0,584	0,295
ApHúmida	0,046	0,001	0,673	0,047	0,257	0,013	0,046
ApLaranja	0,428	0,625	0,524	0,268	0,504	0,079	0,466
ApSuperfície	<0,001	<0,001	0,155	0,686	0,104	0,259	0,129
Firmeza	0,064	0,087	0,092	0,800	0,384	0,750	0,238
Consistência	0,698	0,007	0,707	0,185	0,019	0,021	0,103
Elasticidade	0,074	<0,001	0,567	0,008	0,581	0,201	0,137
Suavidade	0,007	<0,001	0,099	0,037	0,958	0,400	0,068
Mediana	0,030	0,012	0,276	0,091	0,559	0,400	0,137

Legenda: célula a rosa: ($p < 0,05$), o efeito é significativo; ChFresco: cheiro fresco; ChIntrínseco: cheiro intrínseco/característico; ChAlgas: cheiro a algas/ a mar; ApBrilhante: aparência brilhante; ApHúmida: aparência húmida; ApLaranja: aparência cor de laranja; ApSuperfície: aspecto da superfície do manto.

Quanto às interações dos factores (produto, provador e sessão) sobre a avaliação dos atributos, verificaram-se diferenças na interação *produto:provador* nos atributos cheiro fresco, aparência brilhante a húmida e elasticidade. As interações *produto:sessão* e *provador:sessão* comprovaram mais uma vez a inexistência de diferenças significativas ($p>0,10$ e $p>0,07$, respectivamente) na avaliação dos atributos, excepto para a consistência, tendo em conta o efeito da sessão (Quadro 8).

Em termos individuais, o Quadro 9 apresenta os valores-p relativos às componentes “produto” dos modelos completos de ANOVA para cada atributo sensorial, i.e., quantifica a eficiência dos provadores para distinguir os produtos (amostras de mexilhão fresco) tendo por base cada um dos atributos analisados.

Quadro 9: Poder discriminatório dos provadores na avaliação do mexilhão fresco. Apresentam-se os valores-p do teste F, por provador.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	ApBr	ApHm	ApLar	ApSup	TxFir	TxCo	TxEI	TxSv	Med.
1	0,103	0,135	< 0,001	0,164	0,650	0,778	0,081	0,465	0,074	0,262	0,262	0,164
2	0,417	0,417	0,417	0,625	0,625	0,333	0,893	0,956	1,000	0,625	< 0,001	0,625
3	1,000	0,699	1,000	1,000	--	0,771	0,699	0,699	0,696	0,699	1,000	0,735
4	1,000	0,898	1,000	1,000	0,465	0,908	0,467	0,467	0,465	0,193	0,465	0,465
5	0,172	0,172	0,172	0,184	0,633	0,737	--	< 0,001	0,817	< 0,001	--	0,172
6	0,106	0,038	0,038	0,096	0,553	1,000	0,096	0,699	0,096	0,106	0,106	0,106
7	0,650	0,631	0,361	0,221	0,563	0,193	0,465	0,872	0,650	0,074	0,650	0,563
8	< 0,001	0,017	0,017	< 0,001	0,054	0,164	0,465	0,854	0,650	0,017	< 0,001	0,017
9	0,465	0,465	0,465	0,650	0,465	0,650	0,650	0,465	0,441	0,193	< 0,001	0,465
10	0,182	0,586	0,947	0,465	0,465	0,081	0,650	0,650	0,708	0,650	0,465	0,586
Med.	0,299	0,441	0,389	0,343	0,553	0,693	0,465	0,674	0,650	0,193	0,262	0,465

Legenda: célula a rosa: ($p<0,05$) o provador conseguiu distinguir os produtos tendo por base o atributo; -- não foi possível calcular; Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/ a mar; ApBr: aparência brilhante; ApHm: aparência húmida; ApLar: aparência cor de laranja; ApSup: aspecto da superfície do manto; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxEI: elasticidade; TxSv: suavidade; Med.: mediana.

É possível verificar, por exemplo, que o provador 8 conseguiu distinguir os produtos com base nos atributos relacionados com o cheiro e a aparência, embora o provador 6 só tenha conseguido distingui-los com base no cheiro, e o provador 5 apenas com base na firmeza e na elasticidade. Os provadores 3, 4, 7 e 10 foram os que apresentaram um poder discriminatório mais fraco ($p > 0,07$; Quadro 9).

Genericamente, os provadores concordaram nas avaliações da maioria dos atributos em amostras de mexilhão fresco (Quadro 10), casos em que o coeficiente de correlação foi $r > 0,85$. Pelo contrário, as avaliações da aparência cor de laranja, a aparência húmida e a firmeza foram aquelas em que os provadores menos estiveram de acordo ($r = 0,00$). Individualmente, os provadores 2, 4 e 10 foram os que apresentaram pior desempenho ($r < 0,50$) na generalidade dos atributos avaliados.

Quadro 10: Concordância (i.e. coeficiente de correlação linear) entre provadores e o painel, na avaliação do mexilhão fresco, para cada atributo.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	ApBr	ApHm	ApLar	ApSup	TxFir	TxCo	TxEI	TxSv	Med.
1	0,927	0,840	0,982	0,981	0,965	0,626	0,906	0,994	0,738	-0,721	0,621	0,906
2	-0,376	-0,375	-0,500	0,376	0,967	0,932	-0,156	-0,385	--	0,866	0,995	0,110
3	--	1,000	--	--	--	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	--	1,000
4	--	0,139	--	--	-0,703	-0,780	0,778	-0,385	--	0,500	-0,995	-0,385
5	0,901	0,900	0,952	0,999	0,967	-0,037	--	0,992	1,000	0,866	--	0,952
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	--	1,000	-1,000	-1,000	1,000	1,000	1,000
7	0,138	0,456	0,596	0,995	0,997	0,932	0,778	0,795	-1,000	0,982	-0,581	0,778
8	0,927	0,981	0,945	0,990	0,967	0,467	0,778	0,795	0,215	0,756	0,415	0,795
9	-0,789	-0,788	--	0,376	-0,703	0,128	0,933	0,607	0,879	1,000	0,995	0,492
10	1,000	0,788	0,866	-0,376	-0,264	-0,996	-0,156	0,992	0,773	-0,866	0,415	0,415
Med.	0,914	0,814	0,945	0,986	0,967	0,467	0,778	0,795	0,756	0,866	0,518	0,786

Legenda: células a rosa: $r > 0,85$ (provador conseguiu distinguir os produtos); células a azul: $r < 0,00$; Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/ a mar; ApBr:

aparência brilhante; ApHm: aparência húmida; ApLar: aparência cor de laranja; ApSup: aspecto da superfície do manto; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxEl: elasticidade; TxSv: suavidade; Med.: mediana.

Tendo em conta o factor sessão, houve dificuldades de repetibilidade por parte de alguns provadores, isto é, a capacidade de darem a mesma classificação a um certo atributo num dado produto em sessões diferentes. Esse foi, por exemplo, o caso do provador 5, que teve dificuldade em repetir a classificação da aparência laranja e da consistência, pelo que o desvio-padrão (“normalizado”) dos resíduos após ANOVA (interacção *provador:sessão*) foi superior a 1,96 (Quadro 11).

Quadro 11: Repetibilidade dos provadores ao longo das sessões de avaliação do mexilhão fresco.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	ApBr	ApHm	ApLar	ApSup	TxFir	TxCo	TxEl	TxSv
1	0,707	0,913	< 0,001	0,577	1,000	2,345	0,577	1,472	0,816	1,000	1,000
2	0,500	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	1,118	1,803	1,414	0,500	< 0,001
3	1,414	1,118	1,581	0,707	0,000	1,500	1,118	1,118	1,118	1,118	0,707
4	1,414	1,225	1,414	0,707	0,408	2,236	0,408	0,408	< 0,001	0,408	0,408
5	0,707	0,707	0,707	0,707	1,414	2,828	0,000	< 0,001	3,536	< 0,001	0,000
6	0,707	0,500	0,500	0,500	1,414	1,581	0,500	2,236	0,500	0,707	0,707
7	1,155	1,472	1,472	0,913	1,291	1,225	0,408	1,871	2,309	0,408	0,577
8	< 0,001	0,816	0,816	< 0,001	0,816	1,000	0,816	1,732	1,528	0,408	< 0,001
9	0,408	0,408	< 0,001	0,577	0,408	2,082	0,577	0,408	1,354	0,408	< 0,001
10	1,000	1,528	1,732	0,408	0,408	1,155	0,577	2,309	1,732	0,577	0,816

Legenda: célula a azul: desvio-padrão > 1,96 (provador não conseguiu repetir a avaliação); Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/ a mar; ApBr: aparência brilhante; ApHm: aparência húmida; ApLar: aparência cor de laranja; ApSup: aspecto da superfície do manto; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxEl: elasticidade; TxSv: suavidade.

3.2.1.2. Descrição dos produtos em termos sensoriais (mexilhão fresco)

Os atributos avaliados através das tabelas de análise descritiva com uma escala quantitativa de 0 a 5 pontos foram: o cheiro, a aparência interior do miolo e a textura no mexilhão fresco (cru).

Em termos globais, a variabilidade nas avaliações mascarou as eventuais diferenças entre produtos para a maioria dos atributos sensoriais (Figura 9). De facto, numa análise atributo-a-atributo através de ANOVA (resultados no Anexo II), verificou-se não existirem diferenças significativas ($p>0,05$) entre produtos (mexilhões das diferentes origens).

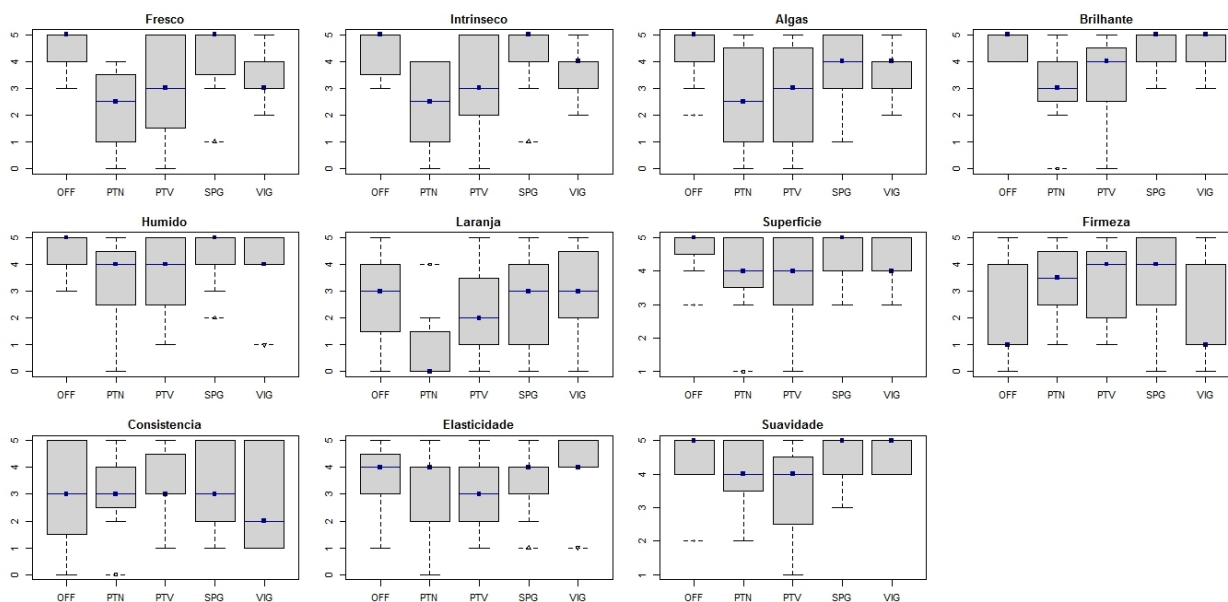


Figura 9: Avaliação de cada atributo por produto/mexilhão fresco.

Gráficos de caixas-e-bigodes com: mediana = linha e ponto; intervalo-interquartil = caixa; intervalo razoável = “bigodes”; extremos/outliers = pontos rosa. Legenda: Fresco: cheiro fresco; Intrínseco: cheiro intrínseco/característico; Algas: cheiro a algas/ a mar; Brilhante: aparência brilhante; Húmido: aparência húmida; Laranja: aparência cor de laranja; Superfície: aspecto da superfície do manto; Firmeza: firmeza; Consistência: consistência; Elasticidade: elasticidade; Suavidade: suavidade. OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo.

No entanto, as características sensoriais dos mexilhões (resumidas nos resultados do teste-V que se seguiu às ANOVA e que se apresentam na Figura 10) indiciam similaridades entre os “perfis” dos mexilhões OFF, PTN, PTV e SPG, que aparentemente são diferentes do “perfil” observado para o mexilhão VIG principalmente no diz respeito à consistência (Figura 10).

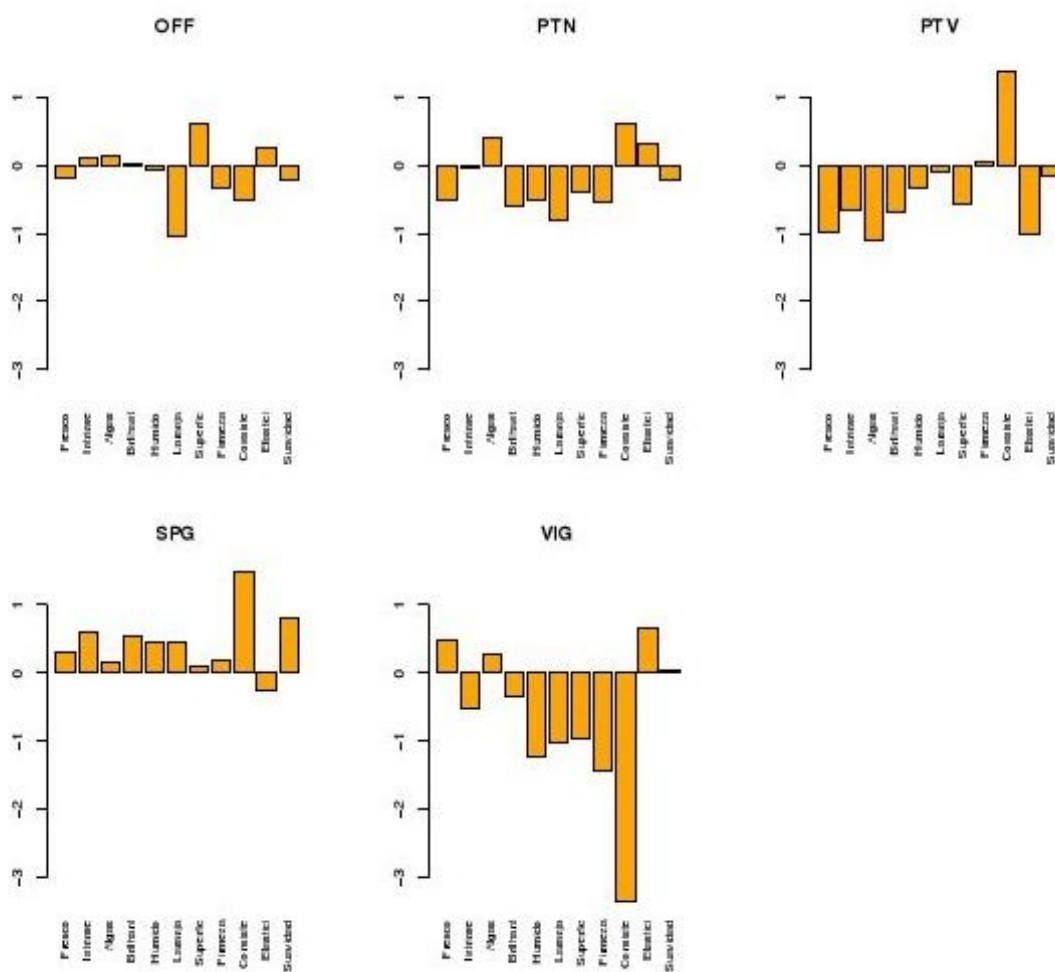


Figura 10: Caracterização da origem do mexilhão fresco relativamente aos atributos que contribuem para a sua discriminação. Gráficos de barras construídos com base no teste-V pós-ANOVA por atributo:produto (atributo = produto + provador + sessão + interações); quando a barra ultrapassa ± 2 desvios-padrão, o produto é significativamente discriminado por atributo. Legenda: semelhante à da Figura 9.

Ainda numa perspectiva de comparação dos produtos atributo-a-atributo mas com enfoque nos atributos sensoriais *per se*, os resultados, apesar de pouco significativos (em termos de teste-V pós-ANOVA) com excepção do atributo consistência no mexilhão proveniente de Vigo (VIG), pareceram indicar valores inferiores à média (i.e. barras negativas) em todos os mexilhões, excepto o SPG (mexilhão da Galiza) nos atributos consistência e suavidade (Figura 11).

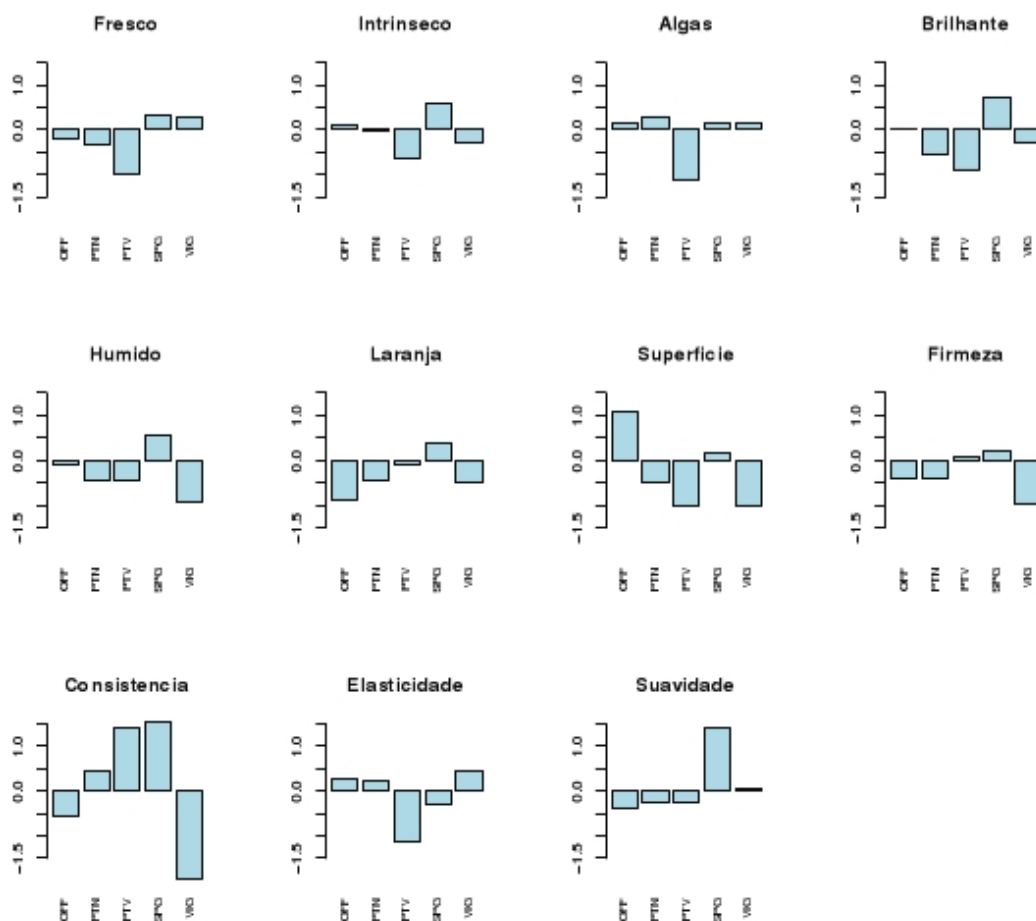


Figura 11: Contribuição de cada atributo para a discriminação dos vários mexilhões em fresco. Gráficos de barras da estatística do teste-V que se seguiu à ANOVA, para cada produto:atributo; quando a barra ultrapassa ± 2 desvios-padrão, o atributo discrimina significativamente o produto. Legenda: semelhante à da Figura 9.

Com a adoção de uma perspectiva multidimensional foi possível comparar de forma mais fidedigna os produtos/mexilhões do ponto de vista sensorial. Admitindo como critério de retenção das componentes um valor próprio (ou “*eigenvalue*”) superior a 1, a análise de componentes principais (PCA) permitiu resumir a informação relacional entre as variáveis em duas componentes ortogonais, que explicaram mais de 93% da variância das variáveis originais: a 1ª componente com 83,54% da “inércia” total e a 2ª componente com 10,12% (Quadro 12).

Quadro 12: Resumo dos “*eigenvalue*” e percentagens de variância das componentes resultantes da análise de componentes principais (PCA) do mexilhão fresco.

Componente	“ <i>eigenvalue</i> ”	Percentagem de variância	Percentagem cumulativa de variância
1	8,354	83,541	83,541
2	1,012	10,115	93,656
3	0,482	4,818	98,474
4	0,153	1,526	100,000

A extensão da PCA através da reamostragem (ou “*bootstrap*”) dos dados originais, permitiu complementar a análise unidimensional, criando um painel “virtual” de provadores e de resultados a partir de 500 iterações. A Figura 12 ilustra o posicionamento dos atributos sensoriais e das cotações individuais (resultantes da reamostragem) no mapa bidimensional das duas componentes retidas. Apenas os atributos sensoriais considerados significativos (valor- $p < 0,05$ na ANOVA prévia) para discriminar os produtos foram incluídos na PCA.

Verificou-se que, da dispersão dos resultados obtidos por reamostragem para a maioria dos atributos sensoriais (nuvens de pontos na Figura 12), a firmeza “influenciou” negativamente a 1ª componente ao contrário de todos os outros atributos.

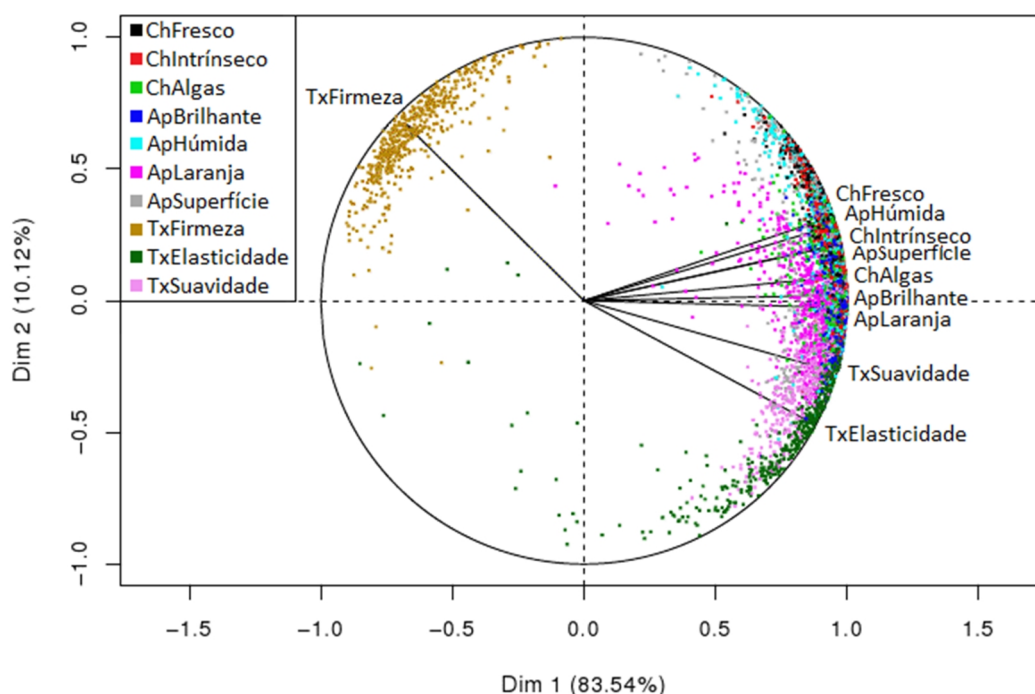


Figura 12: Análise de componentes principais (PCA) dos atributos (variáveis) e cotações individuais na avaliação do mexilhão fresco. Legenda: pontos coloridos correspondem ao painel virtual; direcção das setas indica a importância por componente principal; pontos da mesma cor próximos indicam consenso; ChFresco: cheiro fresco; ChIntrínseco: cheiro intrínseco/característico; ChAlgas: cheiro a algas/a mar; ApBrilhante: aparência brilhante; ApHúmida: aparência húmida; ApLaranja: aparência cor de laranja; ApSuperfície: aspecto da superfície do manto; TxFirmeza: firmeza; TxElasticidade: elasticidade; TxSuavidade: suavidade; Dim 1: dimensão ou componente principal 1; Dim 2: dimensão ou componente principal 2.

O *software* utilizado neste trabalho permitiu, ainda, obter “elipses confiança” (Husson *et al.*, 2005) para cada produto/mexilhão usando o *bootstrap* (Figura 13). Graficamente, verifica-se que a 1ª componente permitiu distinguir os mexilhões OFF, SPG e VIG dos mexilhões PTV e PTN. A sobreposição entre as elipses destes dois últimos

produtos permitiu confirmar que os produtos não são significativamente diferentes. A 2ª componente discriminou claramente os mexilhões SPG e VIG, ambos com origem em Espanha e, em menor grau, os mexilhões provenientes de produção *offshore* na costa algarvia (OFF).

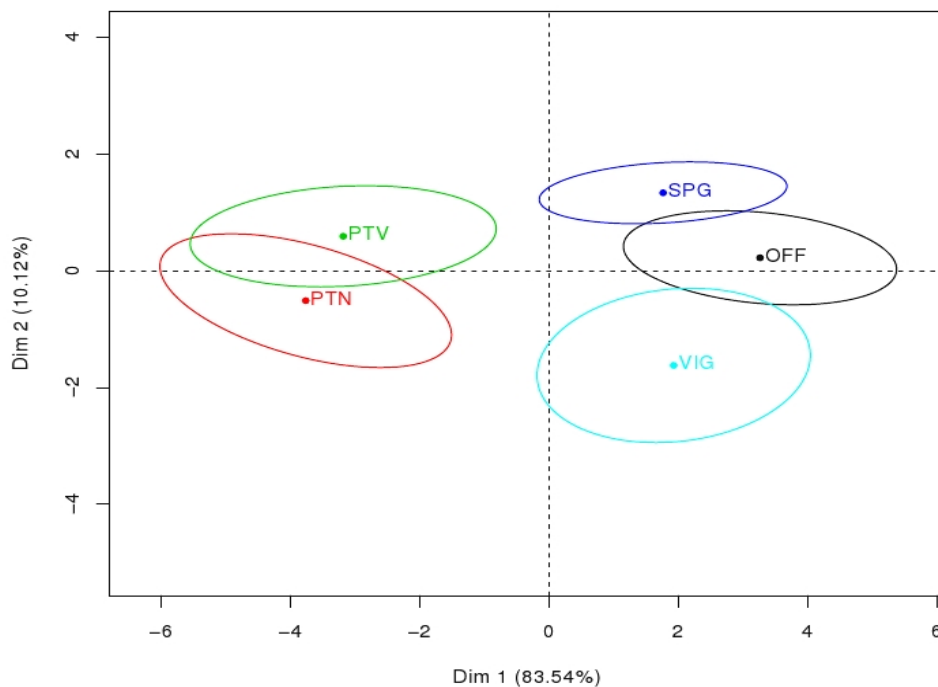


Figura 13: Análise multidimensional de componentes principais (PCA) do mexilhão fresco. “*Bootstrap*” (500 iterações) para estimação de elipses com intervalos de 95% de confiança para cada produto; os pontos no centro de cada elipse correspondem à média por produto. Legenda: OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo; Dim 1: dimensão ou componente principal 1; Dim 2: dimensão ou componente principal 2.

Finalmente, o teste T^2 de Hotelling (Quadro 13) confirmou as diferenças significativas (valor- $p < 0,05$) entre todos os mexilhões excepto aqueles provenientes do norte de Portugal (PTN) e de Pontevedra (PTV) (Galiza) (valor- $p = 0,218$).

Quadro 13: Valores-p dos testes de Hotelling (T^2) para comparações das origens do mexilhão fresco.

	OFF	PTN	PTV	SPG	VIG
OFF	---				
PTN	<0,001	---			
PTV	0,001	0,218	---		
SPG	0,045	<0,001	0,005	---	
VIG	0,029	0,003	<0,001	0,001	---

Legenda: OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo.

3.2.2 Análise sensorial de mexilhão cozido

3.2.2.1 Avaliação do desempenho do painel de provadores

A análise global do desempenho do painel de provadores encontra-se resumida no Quadro 14, em que se apresentam os valores-p (de significância) da ANOVA através da qual se estudaram os efeitos do produto, do provador, da sessão e das respectivas interacções sobre a avaliação de cada um dos atributos sensoriais em mexilhão cozido.

De um modo geral, e considerando cada atributo sensorial *per se*, no Quadro 14 podemos observar que não existiram diferenças significativas ($p > 0,07$) entre produtos para a maioria dos atributos (sem ter em conta os provadores e as sessões), excepto para o sabor característico, suculência e suavidade ($p < 0,05$). Por outro lado, verificaram-se diferenças significativas entre provadores (sem ter em conta os produtos e as sessões), mas não houve diferenças na avaliação dos atributos entre sessões ($p > 0,09$) (sem ter em conta os produtos e os provadores).

Quanto às interações dos factores (produto, provador e sessão) sobre a avaliação dos atributos, verificaram-se diferenças na interação *produto:provador* nos atributos cheiro intrínseco e a algas, sabor doce e dureza. As interações *produto:sessão* comprovaram mais uma vez a não existência de diferenças significativas ($p>0,07$) na avaliação dos atributos, excepto para o atributo dureza. Tendo em conta o efeito *provador:sessão*, registaram-se diferenças relativamente ao cheiro, sabor característico, consistência e dureza ($p<0,05$; Quadro 14).

Quadro 14: Avaliação do desempenho global do painel na avaliação do mexilhão cozido. Apresentam-se os valores-p das ANOVAs (ordenado por valor-p do produto) para estudar os efeitos do produto, do provador, da sessão e das interações sobre a discriminação dos atributos.

Atributos	Produto	Provador	Sessão	Produto: Provador	Produto: Sessão	Provador: Sessão	Mediana
ChFresco	0,077	0,037	0,097	0,094	0,091	0,026	0,084
ChIntrínseco	0,088	0,070	0,124	0,021	0,070	0,009	0,070
ChAlgas	0,299	0,001	0,219	0,011	0,427	0,005	0,115
SbCaracterístico	0,037	0,004	0,566	0,142	0,827	0,017	0,090
SbSalgado	0,095	0,127	0,775	0,495	0,816	0,057	0,311
SbDoce	0,804	<0,001	0,742	0,001	0,190	0,163	0,176
Firmeza	0,630	0,042	0,893	0,106	0,551	0,167	0,359
Consistência	0,665	0,003	0,636	0,281	0,062	0,021	0,171
Dureza	0,526	<0,001	0,171	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mastigabilidade	0,542	0,028	0,727	0,658	0,250	0,244	0,396
Suculência	0,012	0,190	0,295	0,747	0,897	0,571	0,433
Suavidade	0,045	0,005	0,416	0,328	0,981	0,098	0,171
Mediana	0,197	0,016	0,491	0,124	0,339	0,041	0,171

Legenda: célula a rosa: ($p<0,05$) o efeito é significativo; ChFresco: cheiro fresco; ChIntrínseco: cheiro intrínseco/característico; ChAlgas: cheiro a algas/ a mar; SbCaracterístico: sabor característico; SbSalgado: sabor salgado; SbDoce: sabor doce.

Em termos individuais, o Quadro 15 apresenta os valores-p do teste-F da ANOVA para cada atributo sensorial, que traduzem a eficiência dos provadores para distinguir os

produtos (amostras mexilhão cozido) tendo por base cada atributo em questão. O provador 5 foi o mais eficiente, pois conseguiu distinguir os produtos com base nos atributos relativos ao sabor, firmeza, dureza e mastigabilidade. O provador 6 só conseguiu distinguir os mexilhões com base no cheiro intrínseco e a algas, e os provadores 7 e 9 com base no cheiro fresco e no sabor característico. Os provadores 1, 3, e 10 foram os que apresentaram um poder discriminatório mais fraco ($p > 0,07$; Quadro 15).

Quadro 15: Poder discriminatório dos provadores na avaliação do mexilhão cozido. Apresentam-se os valores-p do teste-F, por provador.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	SbCar	SbSal	SbDo	TxFir	TxCo	TxDu	TxMa	TxSc	TxSv	Med.
1	0,164	0,164	0,074	0,354	0,829	0,604	0,722	0,192	0,372	0,650	0,604	0,604	0,372
2	0,833	0,893	0,625	0,691	0,833	0,625	< 0,001	0,417	0,357	0,588	0,833	0,625	0,625
3	0,698	1,000	0,423	0,808	0,698	0,293	0,095	0,095	0,423	1,000	0,095	0,698	0,423
4	0,074	0,465	< 0,001	0,465	0,465	0,650	0,142	0,604	0,354	0,164	0,854	1,000	0,465
5	0,857	0,857	0,864	0,000	0,000	< 0,001	< 0,001	0,816	0,000	0,000	-	--	< 0,001
6	0,095	0,037	0,038	0,312	0,423	0,095	0,238	0,698	0,423	1,000	0,106	0,423	0,238
7	< 0,001	< 0,001	0,081	< 0,001	0,650	--	0,650	0,799	0,650	1,000	0,563	0,125	0,606
8	0,245	0,035	0,372	0,622	0,279	0,841	0,226	0,829	0,650	0,033	0,534	0,074	0,372
9	< 0,001	0,033	0,086	0,033	0,281	0,465	0,604	0,807	0,372	0,385	0,074	0,465	0,281
10	0,771	1,000	0,808	0,423	0,592	0,423	1,000	0,423	0,699	--	0,699	0,312	0,698
Med.	0,095	0,037	0,086	0,312	0,423	0,444	0,238	0,799	0,423	0,275	0,549	0,367	0,476

Legenda: célula a rosa: ($p < 0,05$) o provador conseguiu distinguir os produtos tendo por base o atributo; -- não foi possível calcular; Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/ a mar; SbCar: sabor característico; SbSal: sabor salgado; SbDo: sabor doce; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxDu: dureza; TxMs: mastigabilidade; TxSc: suculência; TxSv: suavidade; Med.: mediana.

Os provadores 3, 6 e 10 foram os provadores que concordaram nas avaliações da maioria os atributos nas três amostras de mexilhão cozido (casos em que o coeficiente de correlação é $r = 1,00$). Individualmente, o provador 7 apresentou o pior desempenho

($r = 0,00$) para a generalidade dos atributos avaliados, mas de um modo geral, as avaliações da suculência, suavidade e cheiro fresco e intrínseco foram aquelas em que os provadores mais estiveram de acordo ($r > 0,85$; Quadro 16).

Quadro 16: Concordância (i.e. coeficiente de correlação linear) entre provadores e o painel, na avaliação do mexilhão cozido, para cada atributo.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	SbCar	SbSal	SbDo	TxFir	TxCo	TxDu	TxMa	TxSc	TxSv	Med.
1	0,805	-0,294	-0,563	0,354	0,558	-0,161	-0,866	1,000	0,676	-0,500	0,954	0,982	0,456
2	-0,220	0,883	0,262	-0,345	0,998	0,633	< 0,001	-1,000	-0,397	-0,866	0,677	1,000	0,131
3	1,000	--	1,000	1,000	-1,000	1,000	1,000	-1,000	1,000	--	1,000	1,000	1,000
4	0,472	0,883	0,705	-0,161	0,998	-0,354	0,866	-1,000	0,115	-0,756	0,976	--	0,472
5	0,185	0,989	0,826	-0,161	0,558	0,987	-0,866	-0,866	< 0,001	-0,500	--	--	0,093
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-1,000	1,000	1,000	-1,000	--	1,000	1,000	1,000
7	0,220	-0,848	-0,855	-0,935	0,069	--	-0,240	0,982	0,075	--	0,994	-0,945	-0,086
8	0,994	0,035	0,434	-0,718	-0,938	0,987	0,655	-0,866	0,993	0,971	0,595	0,500	0,547
9	-0,220	0,950	0,995	0,993	0,998	-0,354	-1,000	1,000	0,075	1,000	-0,881	0,945	0,948
10	1,000	--	1,000	1,000	-1,000	-1,000	--	1,000	1,000	--	1,000	1,000	1,000
Med.	0,639	0,883	0,766	0,096	0,558	-0,161	< 0,001	0,058	0,095	-0,500	0,976	0,991	0,510

Legenda: células a rosa: $r > 0,85$ (provador conseguiu distinguir os produtos); células a azul: $r < 0,00$; Prov.: provador; Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/a mar; SbCar: sabor característico; SbSal: sabor salgado; SbDo: sabor doce; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxDu: dureza; TxMs: mastigabilidade; TxSc: suculência; TxSv: suavidade; Med.: mediana.

Tendo em conta o factor sessão, os provadores conseguiram de um modo geral repetir a avaliação do mexilhão cozido ao longo das sessões (repetibilidade indicada por $p < 0,05$; Quadro 17). O provador 5 foi muito sólido na avaliação do sabor mas teve dificuldades em repetir a classificação do cheiro e da consistência, pelo que o desvio-padrão (“normalizado”) dos resíduos após ANOVA (interacção *provador:sessão*) foi superior a 1,96. O provador 7 também manifestou dificuldades em atribuir a mesma

classificação a um dado produto na avaliação da firmeza e consistência em sessões diferentes (desvio-padrão>1,96; Quadro 17).

Quadro 17: Repetibilidade dos provadores ao longo das sessões de avaliação do mexilhão cozido.

Prov.	ChFr	ChInt	ChAl	SbCar	SbSal	SbDo	TxFir	TxCo	TxDu	TxMa	TxSc	TxSv
1	0,577	0,577	0,408	0,577	0,913	0,913	1,354	0,816	0,913	1,155	0,913	0,913
2	0,707	1,118	0,500	1,020	0,707	0,500	<0,001	0,500	0,707	1,414	0,707	1,118
3	1,118	0,707	0,500	1,803	1,118	0,707	0,500	0,500	0,500	0,707	0,500	1,118
4	0,408	0,816	<0,001	0,408	0,816	0,577	0,816	0,913	0,577	0,577	1,000	0,707
5	3,536	3,536	3,536	0,000	0,000	<0,001	<0,001	3,536	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,500	0,500	0,500	1,118	1,000	0,500	1,500	1,118	0,500	2,236	0,707	0,500
7	<0,001	<0,001	0,577	<0,001	1,000	0,000	2,082	2,198	1,528	1,780	1,291	0,577
8	1,225	0,577	0,913	0,476	0,426	0,572	1,354	0,913	0,577	0,408	1,225	0,408
9	<0,001	0,408	0,913	0,408	1,155	0,408	1,826	1,472	0,913	0,707	0,408	0,408
10	1,500	2,000	1,803	0,500	1,581	0,500	2,236	0,500	1,118	0,000	1,118	1,118

Legenda: célula a azul: desvio-padrão>1,96 (provador não conseguiu repetir a avaliação); Prov.: provador; ChFr: cheiro fresco; ChInt: cheiro intrínseco/característico; ChAl: cheiro a algas/ a mar; SbCar: sabor característico; SbSal: sabor salgado; SbDo: sabor doce; TxFir: firmeza; TxCo: consistência; TxDu: dureza; TxMs: mastigabilidade; TxSc: suculência; TxSv: suavidade.

3.2.2.2 Descrição dos produtos em termos sensoriais (mexilhão cozido)

Os atributos avaliados através das tabelas de análise descritiva com uma escala quantitativa de 0 a 5 pontos foram: o cheiro, o sabor e a textura no mexilhão cozido.

Em termos globais, as eventuais diferenças entre produtos para a maioria dos atributos sensoriais foram diluídas pela variabilidade nas avaliações (Figura 14). De facto, numa análise atributo-a-atributo através de ANOVA (resultados no Anexo II), não se verificaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre produtos (i.e. mexilhões das diferentes origens).

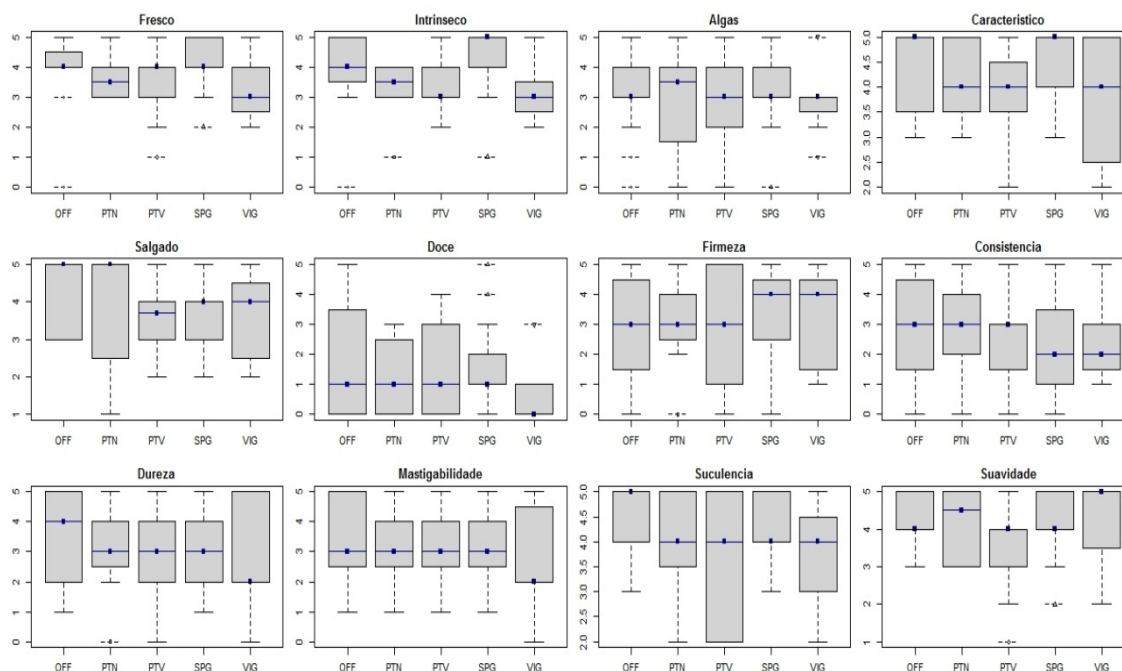


Figura 14: Avaliação de cada atributo por produto/mexilhão cozido.

Gráficos de caixas-e-bigodes com: mediana = linha e ponto; intervalo-interquartil = caixa; intervalo razoável = “bigodes”; extremos/outliers = pontos rosa. Legenda: Fresco: cheiro fresco; Intrínseco: cheiro intrínseco/característico; Algas: cheiro a algas/ a mar; Característico: sabor característico; Salgado: sabor salgado; Doce: sabor doce; Firmeza: firmeza; Consistência: consistência; Dureza: dureza; Mastigabilidade: mastigabilidade; Suculência: suculência; Suavidade: suavidade. OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo.

No entanto, as características sensoriais dos mexilhões (resumidas nos resultados do teste-V que se seguiu às ANOVA e que se apresentam na Figura 15) indiciam similaridades entre os “perfis” dos mexilhões PTN, PTV e SPG, que aparentemente são diferentes dos “perfis” observados para os mexilhões OFF e VIG, principalmente no diz respeito ao cheiro e textura (Figura 15).

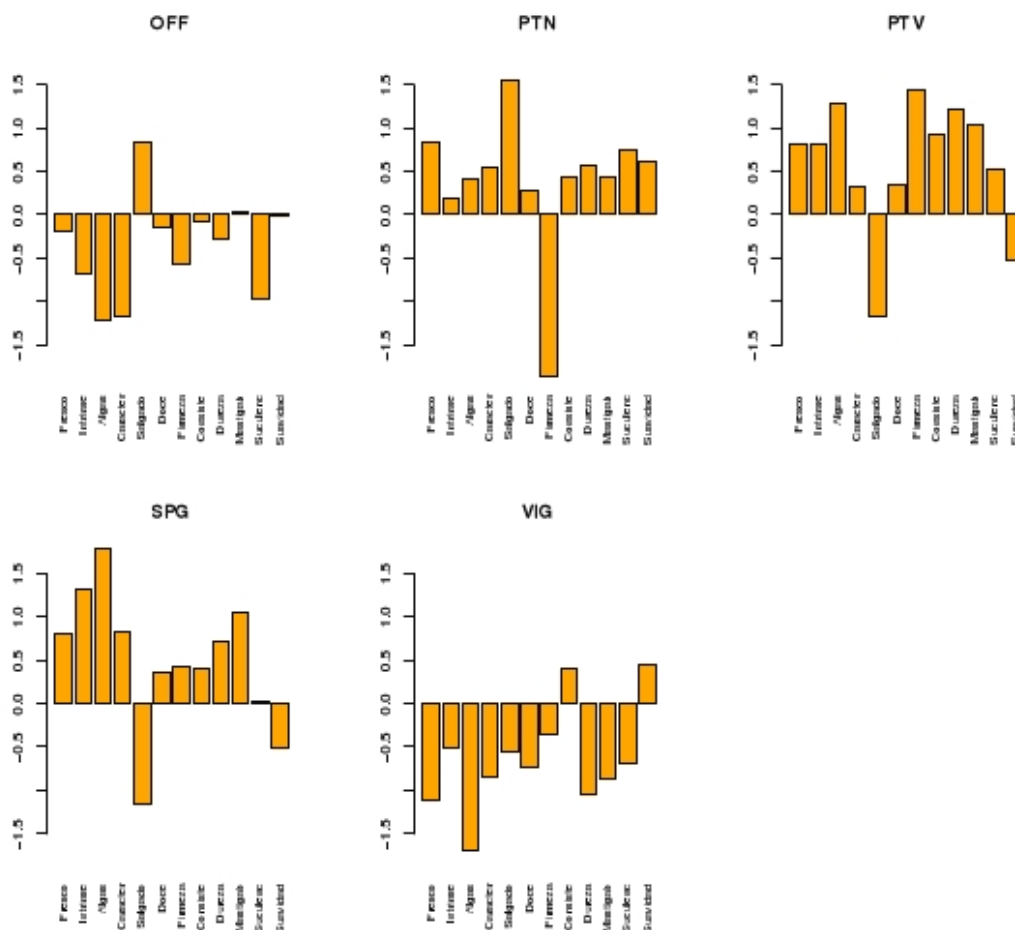


Figura 15: Caracterização de cada mexilhão cozido relativamente aos atributos que contribuem para a discriminação entre produtos. Gráficos de barras construídos com base no teste-V pós-ANOVA por atributo:produto (atributo = produto + provedor + sessão + interações); quando a barra ultrapassa ± 2 desvios-padrão, o produto é significativamente discriminado por atributo. Legenda: semelhante à da Figura 14.

Ainda numa perspectiva de comparação dos produtos atributo-a-atributo mas com enfoque nos atributos sensoriais *per se*, os resultados, apesar de pouco, parecem indicar valores superiores à média (i.e. barras positivas) em todos os mexilhões, excepto os de Vigo (VIG) e de *offshore* (OFF) (Figura 16). Contudo, este último (OFF) foi significativamente discriminado pelo atributo sabor característico, assim como o atributo cheiro a algas também discriminou significativamente o mexilhão SPG.

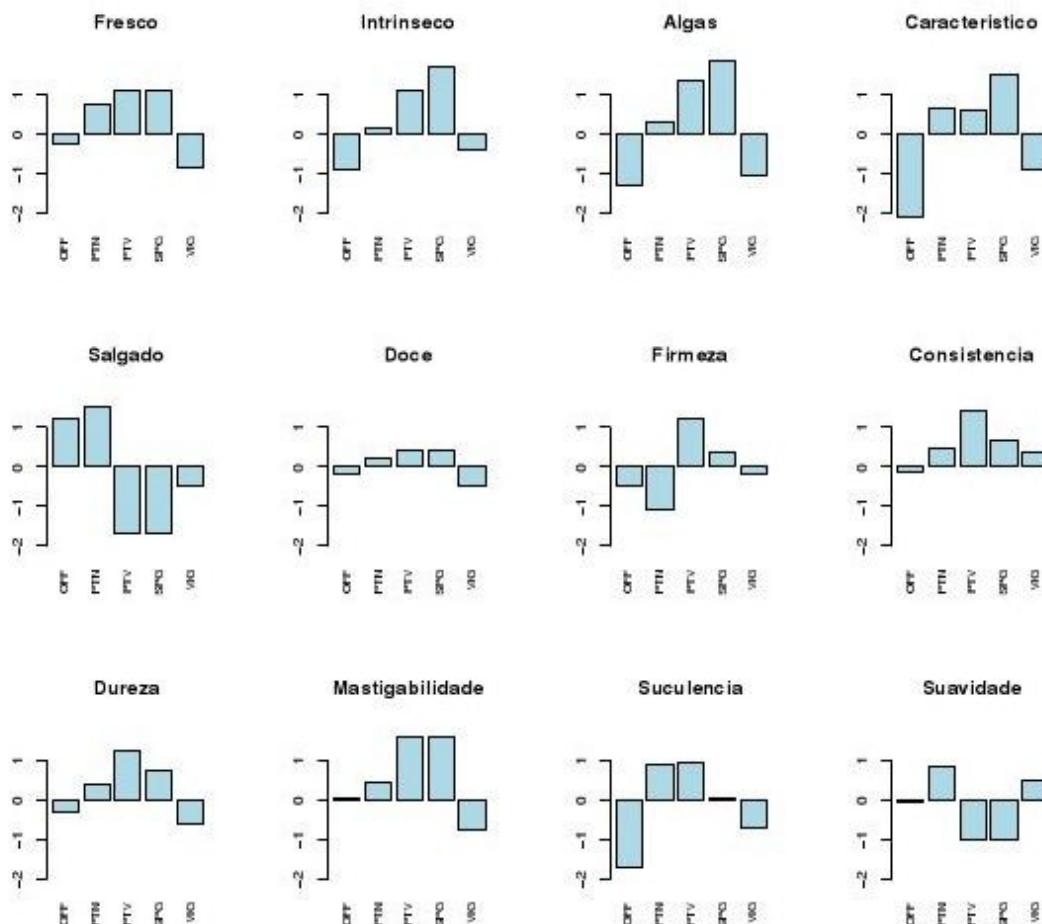


Figura 16: Contribuição de cada atributo para a discriminação dos vários mexilhões em cozido. Gráficos de barras da estatística do teste-V que se seguiu à ANOVA, para cada produto:atributo; quando a barra ultrapassa ± 2 desvios-padrão, o atributo discrimina significativamente o produto. Legenda: semelhante à da Figura 14.

A perspectiva multidimensional permitiu comparar de forma mais fidedigna os produtos/mexilhões do ponto de vista sensorial. Admitindo um “*eigenvalue*” superior a 1 como critério de retenção das componentes, a análise de componentes principais (PCA) permitiu verificar que as duas componentes ortogonais explicaram mais de 96% da variância das variáveis originais: a 1ª componente com 85,03% da “inércia” total e a 2ª componente com 11,06% (Quadro 18).

Quadro 18: Resumo dos “*eigenvalue*” e percentagens de variância das componentes resultantes da análise de componentes principais (PCA) do mexilhão cozido.

Componente	“ <i>eigenvalue</i> ”	Percentagem de variância	Percentagem cumulativa de variância
1	4,252	85,032	85,032
2	0,553	11,060	96,092
3	0,160	3,202	99,293
4	0,035	0,707	100,000

A Figura 17 ilustra o posicionamento dos atributos sensoriais e das cotações individuais (resultantes da reamostragem por “*bootstrap*” de 500 iterações) no mapa bidimensional das duas componentes retidas. À semelhança da análise para o mexilhão fresco, apenas os atributos sensoriais considerados significativos ($p < 0,05$ na ANOVA prévia) para discriminar os produtos foram incluídos na PCA.

Verificou-se que, da dispersão dos resultados obtidos por reamostragem para os atributos sensoriais (nuvens de pontos na Figura 17), apenas 5 atributos conseguiram explicar a maioria das diferenças entre os produtos: cheiro fresco e intrínseco, sabor característico, suculência e suavidade. A suavidade foi o atributo que mais influenciou o componente principal 2, e os restantes atributos influenciaram positivamente o componente principal 1, sendo responsáveis pela discriminação dos produtos em 85% (Figura 17). Além disso obtiveram grande consenso na avaliação (pontos pouco dispersos).

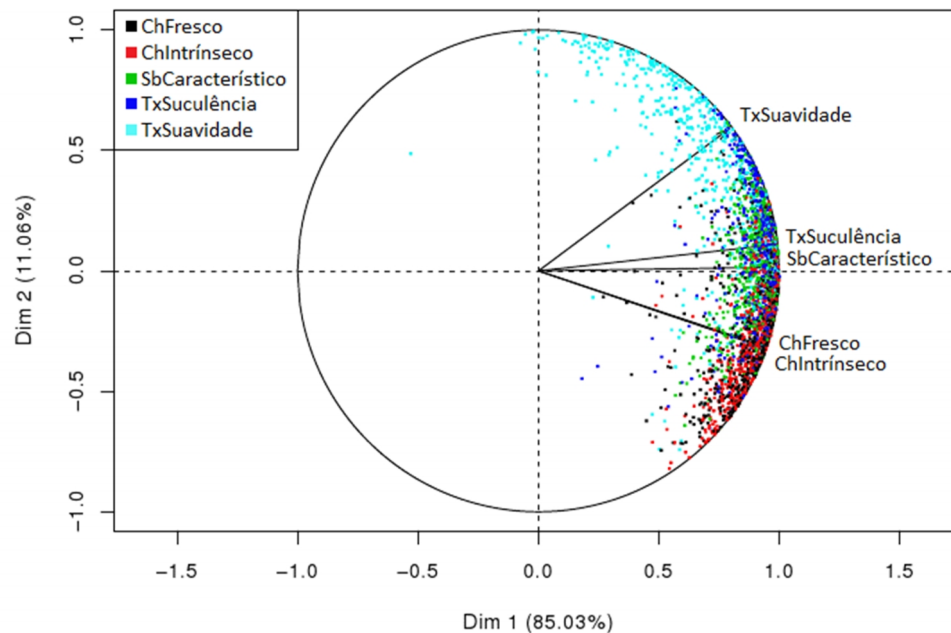


Figura 17: Análise de componentes principais (PCA) dos atributos (variáveis) e cotações individuais na avaliação do mexilhão cozido. Legenda: pontos coloridos correspondem ao painel virtual; direcção das setas indica a importância por componente principal; pontos da mesma cor próximos indicam consenso; ChFresco: cheiro fresco; ChIntrínseco: cheiro intrínseco/característico; SbCaracterístico: sabor característico; TxSuculência: suculência; TxSuavidade: suavidade; Dim 1: dimensão ou componente principal 1, Dim 2: dimensão ou componente principal 2.

Graficamente, as “elipses confiança” para cada produto (obtidas por “*bootstrap*”) permitiram verificar que quando se sujeitam os produtos ao processo de cozedura, tornou-se mais difícil distinguir as diferenças entre si (Figura 18). A sobreposição entre as elipses dos mexilhões VIG, PTV e PTN permitiu confirmar que os produtos não eram significativamente diferentes. No entanto, a 1ª componente ainda permitiu distinguir os mexilhões PTV e VIG do mexilhão SPG e, em menor grau, do mexilhão proveniente de produção *offshore* na costa algarvia (OFF).

Finalmente, o teste T^2 de Hotelling (Quadro 19) confirmou as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o mexilhão proveniente de produção *offshore* (OFF) e os de

Pontevedra (PTV) e de Vigo (VIG), e entre o mexilhão da Galiza (SPG) e os do norte de Portugal (PTN) e de Pontevedra (PTV). Por sua vez, o mexilhão proveniente de produção *offshore* (OFF) e o mexilhão da Galiza (SPG) não foram significativamente diferentes ($p=0,324$).

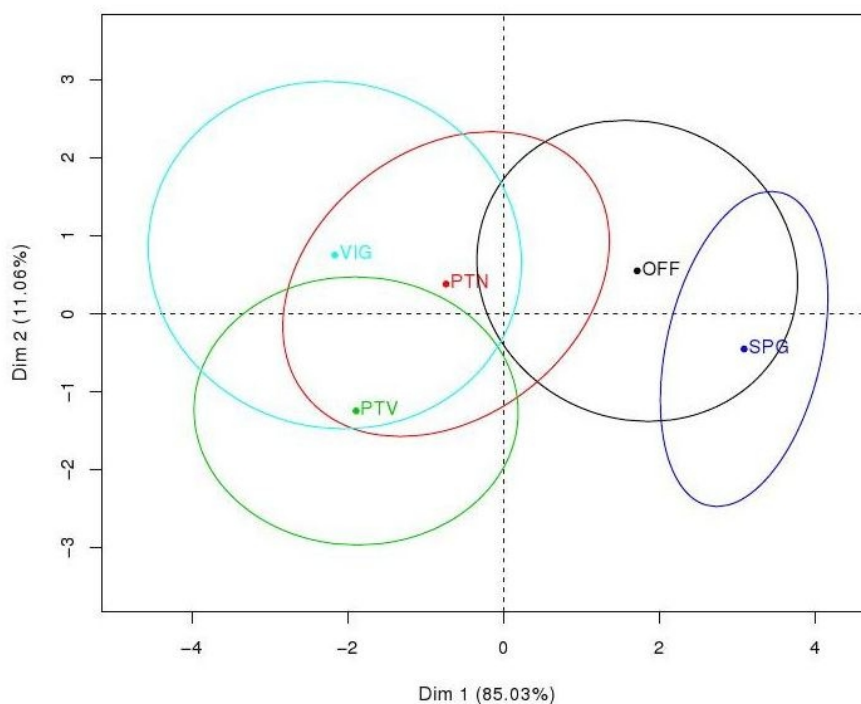


Figura 18: Análise multidimensional de componentes principais (PCA) do mexilhão cozido. “*Bootstrap*” (500 iterações) para estimação de elipses com intervalos de 95% de confiança para cada produto (excepto mexilhões 3 e 6, sujeitos a uma única análise); os pontos no centro de cada elipse correspondem à média por produto. Legenda: OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo; Dim 1: dimensão ou componente principal 1; Dim 2: dimensão ou componente principal 2.

Quadro 19: Valores-p dos testes de Hotelling (T^2) para comparações das origens do mexilhão cozido.

	OFF	PTN	PTV	SPG	VIG
OFF	---				
PTN	0,193	---			

(Cont.)	OFF	PTN	PTV	SPG	VIG
PTV	0,019	0,324	---		
SPG	0,318	0,002	0,001	---	
VIG	0,042	0,536	0,284	0,001	---

Legenda: OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; PTV: mexilhão de Pontevedra; SPG: mexilhão da Galiza; VIG: mexilhão de Vigo.

3.3. Análise bioquímica

A composição proximal da parte edível do mexilhão de diferentes origens (PTN, OFF e VIG), nomeadamente humidade, cinza, proteína total, lípidos totais e hidratos de carbono totais, apresenta-se no Quadro 20.

A humidade, bem como o teor de cinza, apresentaram valores significativamente mais elevados no mexilhão do norte de Portugal (PTN). Os teores de proteína total e lípidos totais não foram significativamente diferentes entre mexilhões, no entanto, o mexilhão de *offshore* (OFF) foi aquele que apresentou menor valor de hidratos de carbono totais, com apenas 20,37%, ao contrário dos mexilhões PTN e VIG, que obtiveram 27,71 e 31,93% de hidratos de carbono, respectivamente (Quadro 20).

Quadro 20: Composição proximal do mexilhão de diferentes origens.

Composição Proximal (%)	PTN	OFF	VIG
Humidade	87,59 ± 0,27 ^a	83,94 ± 0,27 ^b	81,71 ± 0,31 ^c
Cinza	22,54 ± 0,17 ^a	16,41 ± 0,40 ^b	15,19 ± 0,14 ^c
Proteína Total	40,89 ± 0,04 ^a	42,94 ± 2,30 ^a	37,85 ± 0,86 ^a
Lípidos Totais	10,54 ± 1,04 ^a	11,71 ± 0,74 ^a	9,09 ± 0,88 ^a
Hidratos de Carbono Totais	27,71 ± 1,00 ^a	20,37 ± 0,69 ^b	31,93 ± 2,37 ^c

Legenda: Valores de média e desvio-padrão estão expressos em percentagem (equivalente a g 100g⁻¹ DW). Todas as amostras representam n=3. As médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas, para p<0,05 (teste *post-hoc* LSD).

O mexilhão de Vigo (VIG) foi o que apresentou um valor total de aminoácidos livres mais elevado (Quadro 21). Os aminoácidos livres mais abundantes em qualquer dos mexilhões analisados foram: taurina, glicina, alanina, ácido glutâmico e arginina. No entanto, o mexilhão de *offshore* (OFF) foi o que apresentou menor teor de taurina, alanina e ácido glutâmico, tendo ultrapassado em mais do dobro (1648,65 $\mu\text{mol g}^{-1}$ DW) o teor de glicina dos outros mexilhões (Quadro 21). Verificaram-se também diferenças significativas nos teores de leucina, valina, fenilalanina, tirosina, asparagina e ornitina entre os diferentes mexilhões analisados.

Quadro 21: Perfis dos aminoácidos livres do mexilhão de diferentes origens.

Aminoácidos Livres ($\mu\text{mol g}^{-1}$ DW)	PTN	OFF	VIG
Histidina (His)*	30,16 \pm 2,35 ^a	17,89 \pm 0,81 ^b	52,23 \pm 8,99 ^a
Isoleucina (Ile)	36,99 \pm 1,29 ^a	11,09 \pm 0,81 ^b	32,07 \pm 1,53 ^c
Leucina (Leu)	39,40 \pm 0,87 ^a	11,39 \pm 0,86 ^b	26,82 \pm 1,93 ^c
Lisina (Lys)	67,67 \pm 6,69 ^a	73,44 \pm 5,74 ^a	120,36 \pm 6,39 ^b
Metionina (Met)	35,59 \pm 3,71 ^a	15,04 \pm 0,94 ^b	32,73 \pm 2,37 ^a
Valina (Val)	64,04 \pm 2,77 ^a	22,03 \pm 1,30 ^b	42,17 \pm 0,80 ^c
Treonina (Thr)	52,20 \pm 5,07 ^a	26,94 \pm 2,64 ^b	78,80 \pm 11,00 ^c
Fenilalanina (Phe)	11,54 \pm 0,65 ^a	5,71 \pm 0,22 ^b	9,22 \pm 0,34 ^c
Triptofano (Trp)	14,48 \pm 1,30 ^a	7,69 \pm 1,15 ^b	15,43 \pm 0,47 ^a
Arginina (Arg)	113,57 \pm 7,79 ^a	160,51 \pm 4,08 ^b	200,67 \pm 4,72 ^c
Glicina (Gly)*	780,59 \pm 18,58 ^a	1648,65 \pm 80,55 ^b	801,49 \pm 22,98 ^a
Tirosina (Tyr)	35,33 \pm 2,88 ^a	19,05 \pm 0,96 ^b	67,10 \pm 1,66 ^c
Prolina (Pro)	53,73 \pm 2,62 ^a	46,76 \pm 2,41 ^b	57,97 \pm 1,80 ^a
Glutamina (Gln)	53,61 \pm 0,16 ^a	56,13 \pm 2,98 ^a	166,16 \pm 8,26 ^b
Alanina (Ala)*	350,78 \pm 14,97 ^a	189,13 \pm 2,95 ^b	404,75 \pm 26,78 ^a

Aminoácidos Livres ($\mu\text{mol g}^{-1}$ DW) (Cont.)	PTN	OFF	VIG
Asparagina (Asn)*	12,78 \pm 0,18 ^a	27,46 \pm 1,85 ^b	78,14 \pm 2,46 ^c
Ácido Aspártico (Asp)	17,96 \pm 4,72 ^a	31,42 \pm 22,11 ^{ab}	57,25 \pm 14,32 ^b
Ácido Glutâmico (Glu)	224,38 \pm 14,16 ^a	166,74 \pm 9,67 ^b	205,94 \pm 8,28 ^a
Serina (Ser)	78,26 \pm 3,28 ^a	80,58 \pm 6,24 ^a	172,11 \pm 12,61 ^b
Ácido-alfa-amino- butírico (-ABA)	14,16 \pm 1,22 ^a	16,86 \pm 0,90 ^b	16,62 \pm 0,99 ^b
Beta-Alanina (-Ala)	17,40 \pm 1,03 ^a	25,40 \pm 0,33 ^b	16,40 \pm 2,03 ^a
Fosfoserina (Pser)	12,44 \pm 0,35 ^a	9,72 \pm 0,37 ^b	8,42 \pm 0,23 ^c
Hydroxi-prolina (HyPro)	17,63 \pm 1,97 ^a	5,35 \pm 0,13 ^b	6,25 \pm 1,41 ^b
Ornitina (Orn)	17,06 \pm 1,24 ^a	7,84 \pm 0,50 ^b	25,58 \pm 1,00 ^c
Taurina (Tau)	1818,93 \pm 46,95 ^a	1702,03 \pm 88,72 ^a	1950,68 \pm 53,58 ^b
Total	3988,53 \pm 38,29 ^a	4407,79 \pm 159,80 ^b	4665,20 \pm 170,08 ^c

Legenda: Valores de média e desvio-padrão estão expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ DW. Todas as amostras representam n=3. As médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas, para $p < 0,05$ no teste *post-hoc* LSD. As amostras assinaladas com * foram analisadas segundo o teste *post-hoc* Games-Howell.

O teor total em lípidos não apresentou diferenças significativas entre amostras de mexilhão (Quadro 20), mas após determinação das classes lipídicas verificaram-se diferenças significativas nos teores de colesterol (CHO), triglicéridos (TG) e ácidos gordos livres (FFA; Quadro 22).

O mexilhão do norte de Portugal (PTN) foi aquele que apresentou os valores mais elevados de CHO, fosfatidilcolina (PC), fosfatidilserina (PS) e fosfatidiletanolamina (PE) (18,34%, 12,14%, 11,13% e 12,79%, respectivamente), mas também o valor mais baixo de TG (15,20%). Por seu lado, o mexilhão de *offshore* (OFF) foi o que apresentou o teor mais baixo de CHO (13,31%) e o mais elevado de FFA (14,55%) (Quadro 22).

Quadro 22: Perfis das classes lipídicas do mexilhão de diferentes origens.

Classes Lipídicas (% lípidos)	PTN	OFF	VIG
Lisofosfatidilcolina (LPC)	0,37 ± 0,13 ^{ab}	0,58 ± 0,08 ^a	0,31 ± 0,05 ^b
Lisofosfatidiletanolamina (LPE)	0,84 ± 0,21 ^{a*}	0,81 ± 0,26 ^a	0,00 ± 0,00 ^b
Fosfatidilcolina (PC)	12,14 ± 0,37 ^a	10,70 ± 0,30 ^b	10,50 ± 0,20 ^b
Fosfatidilserina (PS)	11,13 ± 0,82 ^a	7,90 ± 1,04 ^b	8,56 ± 0,50 ^b
Fosfatidilinositol (PI)	3,19 ± 0,26 ^a	3,21 ± 0,35 ^a	1,97 ± 0,24 ^b
Fosfatidiletanolamina (PE)	12,79 ± 0,38 ^a	11,10 ± 0,53 ^b	10,77 ± 0,16 ^b
Diacilglicerol (DAG)	1,10 ± 0,38 ^a	1,47 ± 0,06 ^b	1,64 ± 0,19 ^b
Colesterol (CHO)	18,34 ± 1,67 ^a	13,31 ± 0,65 ^b	15,84 ± 0,61 ^a
Ácidos Gordos Livres (FFA)	11,84 ± 1,55 ^a	14,55 ± 1,09 ^b	6,85 ± 0,70 ^c
Triglicéridos (TG)	15,20 ± 0,49 ^a	21,99 ± 1,21 ^b	31,46 ± 0,73 ^c
Ésteres de Esterol + Ceras (SE+WE)	5,70 ± 0,27 ^a	8,13 ± 0,80 ^b	5,78 ± 0,02 ^a
Pigmentos (Pigm)	8,27 ± 0,29 ^a	6,65 ± 0,35 ^b	5,92 ± 0,05 ^c
Lípidos Polares	40,17 ± 2,14 ^a	34,29 ± 2,44 ^b	32,11 ± 0,74 ^b
Lípidos Neutros	60,45 ± 3,66 ^a	66,10 ± 3,60 ^a	67,49 ± 1,95 ^a

Legenda: Valores de média e desvio-padrão expressos em percentagem relativa de lípidos totais (equivalente a g 100g⁻¹ DW). As médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas, para p<0,05 (teste *post-hoc* LSD). Para as amostras PTN e OFF, n=3; para a amostra VIG, n=2. As amostras assinaladas com * correspondem a n=2 por remoção de um *outlier*.

Dos 56 ácidos gordos livres identificados, 15 mais abundantes são apresentados no Quadro 23, dos quais 7 totalizaram cerca de 70% do total de ácidos gordos livres. Os ácidos gordos dominantes nos três produtos foram o ácido palmítico 16:0, o ácido docosahexaenóico 22:6n3 (DHA), o ácido eicosapentaenóico 20:5n3 (EPA), o ácido esteárico 18:0 e o seu derivado dimetilacetal 18:0DMA, e o ácido palmitoleico 16:1n7. Observaram-se diferenças significativas nos níveis de 16:0, 18:0, 18:1n7, 18:4n3, 20:4n6, 20:5n3 e 22:6n3 entre as três amostras de mexilhão analisadas.

O ácido palmítico 16:0 foi o ácido gordo saturado mais abundante nas três amostras de mexilhão, com uma concentração acima dos 20% (Quadro 19). Também foram encontrados valores significativos de 18:0, acima de 5% em todos os produtos, sendo o mexilhão do norte de Portugal (PTN) aquele que apresentou um somatório de ácidos gordos saturados (SAT) mais elevado, cerca de 43,6% (Quadro 23).

A presença de 16:1 n 7 foi variável entre mexilhões, sendo no entanto o ácido gordo monoinsaturado (MUFA) mais abundante (entre 3,22% e 5,88%). O ácido oleico 18:1 n 9 foi o MUFA que apresentou as concentrações mais baixas nos três mexilhões analisados (entre 1,63% e 1,89%) (Quadro 23). De um modo geral, os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) foram o grupo de ácidos gordos mais abundantes, com valores entre 41 e 45% do total de ácidos gordos, com exceção do mexilhão do norte de Portugal (PTN).

Observaram-se diferenças significativas nas concentrações de PUFA, para os três mexilhões: o 20:5 n 3 (EPA) e o ácido araquidónico 20:4 n 6 (ARA) foram mais abundantes no mexilhão de Vigo (16,10% e 2,46%, respectivamente), enquanto o 22:6 n 3 (DHA) atingiu o valor mais elevado, 14,6%, no mexilhão de *offshore* (OFF) (Quadro 23).

A proporção de ómega-3 (n 3) dentro do grupo PUFA foi também mais elevada para o mexilhão OFF, que apresentou o maior rácio n 3/ n 6, com 7,41 contra 5,2 e 5,5% dos mexilhões JB e PD, respectivamente (Quadro 23), e maior rácio EPA/ARA. O mexilhão de Vigo, apesar de ser o que apresentou maior percentagem de PUFA, foi o que apresentou menor rácio entre os n 3 DHA/EPA.

Quadro 23: Perfis dos ácidos gordos livres do mexilhão de diferentes origens.

Ácidos Gordos Livres (% lípidos)	PTN	OFF	VIG
14:0	2,07 ± 0,11 ^a	3,12 ± 0,08 ^b	2,88 ± 0,11 ^b
16:0*	24,23 ± 0,50 ^a	25,71 ± 0,44 ^b	21,89 ± 0,85 ^{ab}
18:0	7,84 ± 0,32 ^a	6,61 ± 0,24 ^b	5,92 ± 0,14 ^c
18:0 DMA	6,48 ± 0,24 ^a	4,74 ± 0,56 ^b	4,61 ± 0,52 ^b
16:1 _{n7}	3,22 ± 0,07 ^a	3,30 ± 0,10 ^a	5,88 ± 0,08 ^b
18:1 _{n9}	1,66 ± 0,11 ^a	1,63 ± 0,04 ^a	1,89 ± 0,07 ^b
18:1 _{n7}	1,70 ± 0,03 ^a	1,57 ± 0,04 ^b	2,12 ± 0,00 ^c
18:2 _{n6} (LOA)*	1,53 ± 0,01 ^{ab}	1,54 ± 0,02 ^a	1,80 ± 0,03 ^b
18:3 _{n3} (ALA)*	1,10 ± 0,00 ^a	1,61 ± 0,01 ^b	1,40 ± 0,05 ^{ab}
18:4 _{n3}	1,46 ± 0,03 ^a	2,52 ± 0,03 ^b	1,87 ± 0,07 ^c
20:1 _{n9}	2,12 ± 0,07 ^a	2,02 ± 0,08 ^a	1,81 ± 0,01 ^b
22:1 _{n9}	3,28 ± 0,66 ^a	2,10 ± 0,18 ^b	2,85 ± 0,15 ^{ab}
20:4 _{n6} (ARA)	1,92 ± 0,05 ^a	1,52 ± 0,06 ^b	2,46 ± 0,08 ^c
20:5 _{n3} (EPA)	8,87 ± 0,11 ^a	11,70 ± 0,21 ^b	16,10 ± 0,68 ^c
22:6 _{n3} (DHA)	12,38 ± 0,15 ^a	14,60 ± 0,52 ^b	8,39 ± 0,28 ^c
UK	9,05 ± 0,49 ^a	6,35 ± 0,40 ^b	8,35 ± 0,69 ^a
SAT	43,61 ± 0,50 ^a	42,83 ± 1,00 ^a	37,49 ± 0,73 ^b
MUFA	15,35 ± 0,55 ^a	13,20 ± 0,12 ^b	17,27 ± 0,26 ^c
PUFA*	41,04 ± 0,09 ^a	43,97 ± 1,10 ^a	45,24 ± 0,99 ^a
<i>n3/n6</i>	5,17 ± 0,10 ^a	7,41 ± 0,02 ^b	5,48 ± 0,03 ^c
DHA/EPA	1,39 ± 0,00 ^a	1,25 ± 0,03 ^b	0,52 ± 0,00 ^c
EPA/ARA	4,63 ± 0,12 ^a	7,71 ± 0,15 ^b	6,54 ± 0,05 ^c

Legenda: Valores de média e desvio-padrão estão expressos em percentagem relativa de lípidos totais. As médias seguidas de as letras diferentes indicam diferenças significativas, para $p < 0,05$ (teste *post-hoc* LSD). As amostras assinaladas com * foram analisadas segundo o teste *post-hoc* Games-Howell. As amostras PTN e OFF representam $n=3$, e a amostra VIG $n=2$. DMA representa os derivados de dimetilacetil. U.K. – não identificados; SAT – ácidos gordos saturados; MUFA – ácidos gordos monoinsaturados; PUFA – ácidos gordos polinsaturados; ARA – ácido araquidónico; EPA – ácido eicosapentaenóico; DHA – ácido docosaexanóico; *n3* – ácidos gordos ómega-3; *n6* – ácidos gordos ómega-6.

3.4. Correlação entre análise sensorial e bioquímica

Apresentam-se na Figura 19 os resultados da análise factorial múltipla (MFA), metodologia derivada da PCA e da análise de correlação canónica (CCA), para a relação entre os resultados da análise sensorial do mexilhão cozido e das análises bioquímicas consideradas relevantes, em termos de aminoácidos e ácidos gordos livres.

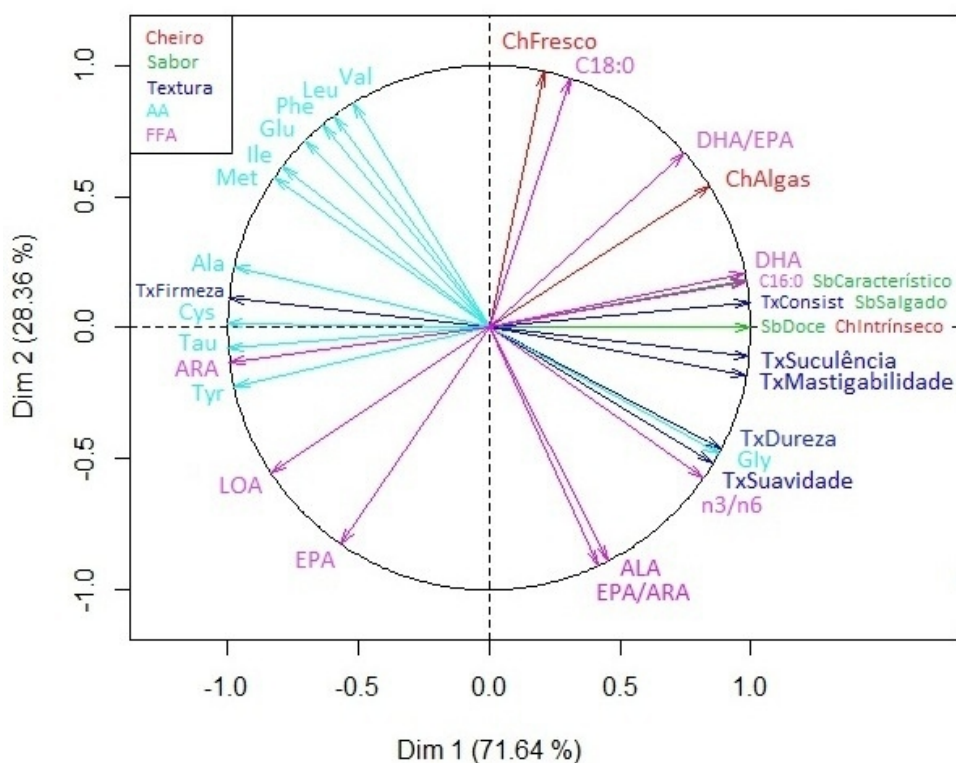


Figura 19: Mapa bidimensional definido pelas duas componentes retidas (ou “*biplot*”) e resultante da análise factorial múltipla (MFA), tendo em conta as variáveis relevantes utilizadas na avaliação sensorial e bioquímica do mexilhão de diferentes origens. Legenda: ver lista de abreviaturas. ChFresco: cheiro fresco; ChAlgas: cheiro a algas/a mar; ChIntrinseco: cheiro intrínseco/característico; SbCaracterístico: sabor característico; SbSalgado: sabor salgado; SbDoce: sabor doce; TxFirmeza: firmeza; TxConsist: consistência; TxSuculência: suculência; TxMastigabilidade: mastigabilidade; TxDureza: dureza; TxSuavidade: suavidade. Dim1: dimensão ou factor 1; Dim2: dimensão ou factor 2.

As duas componentes ou factores retidos explicaram a totalidade da variância das variáveis originais quando agrupadas em cinco categorias (cheiro, sabor, textura, AA e FFA). De uma forma geral, verificou-se que os atributos da análise sensorial contribuíram significativamente para definir o 1º factor (cujo valor próprio foi de 71,64%), bem como alguns ácidos gordos (DHA e C16:0) e o aminoácido glicina (Gly). A maioria dos aminoácidos teve maior expressão no 2º factor (28,36%), bem como o ácido gordo C18:0 e o atributo cheiro fresco (Figura 19).

Tendo em conta a origem dos três produtos analisados, verificaram-se diferenças significativas entre mexilhões, motivadas por variáveis diferentes. Na Figura 20 é possível ver os pontos centrais relativos a cada mexilhão (VIG, PTN e OFF), e desses pontos centrais partem linhas até pontos centrais coloridos, marcados em função das características de cada mexilhão para as variáveis, quando divididas nos cinco grupos (cheiro, sabor, textura, AA e FFA). Por exemplo, em termos de textura, os mexilhões VIG e PTN estão mais próximos (ponto azul escuro) mas, de um modo geral, não há sobreposição de pontos de qualquer das variáveis ou produtos, sendo por isso possível dizer que os mexilhões das três origens eram significativamente diferentes entre si.

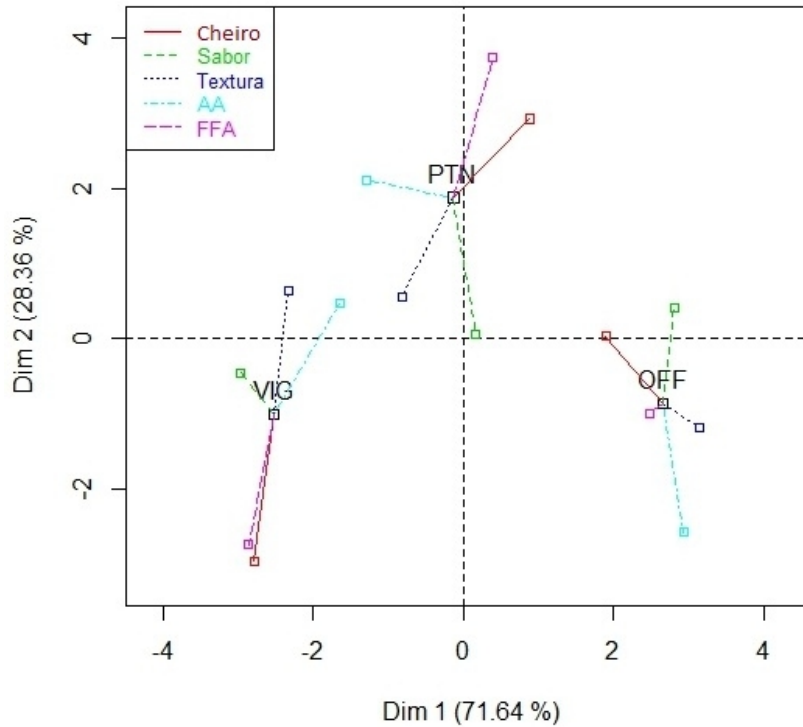


Figura 20: Análise factorial múltipla (MFA) relativa ao contributo das variáveis sensoriais e bioquímicas para a distinção dos mexilhões de diferentes origens. Legenda: ver lista de abreviaturas. OFF: mexilhão de *offshore*; PTN: mexilhão do norte de Portugal; VIG: mexilhão de Vigo. Dim1: dimensão ou factor 1; Dim2: dimensão ou factor 2.

4. DISCUSSÃO

4.1 Dados biométricos

No presente estudo não se registaram diferenças significativas nas variáveis largura, altura e peso entre o mexilhão de Vigo e o de produção *offshore*, mas estes eram significativamente diferentes dos restantes mexilhões. De um modo geral, os mexilhões de Vigo e de produção *offshore* apresentaram, para todos os parâmetros biométricos registados, valores médios superiores aos dos mexilhões de Valência, Galiza e delta do Ebro analisados por Fuentes *et al.* (2009). Observou-se também que as medidas biométricas comprimento, largura e altura (da concha) dos mexilhões do presente estudo não se correlacionaram significativamente entre si ou com o peso, embora estas relações possam variar com a temperatura ambiente e a época do ano (Bayne & Worrall, 1980) ou com a densidade de cultivo (Cubillo *et al.*, 2012).

Uma vez que só se recolheram os dados de massa edível dos mexilhões OFF e PTN, não foi possível confirmar se os mexilhões de menor tamanho e peso (PTV e SPG) teriam maior ou menor massa edível que os procedentes das outras origens. A percentagem de massa edível dos mexilhões OFF e PTN foi semelhante à verificada por Fuentes *et al.* (2009) em mexilhões amostrados na Galiza e em Valência, com 31 e 34%, respectivamente. Contudo, as massas edíveis verificadas neste estudo foram superiores às registadas por Vernocchi *et al.* (2007) em mexilhões do Adriático (valor máximo 25,2%). De acordo com Strohmeier *et al.* (2008), a massa edível pode ser considerada uma medida da disponibilidade de alimento no mexilhão ao longo do tempo (excepto durante período de libertação de gâmetas), uma vez que o mesmo responde rapidamente a aumentos na disponibilidade de alimento (derivados de *blooms* de fitoplâncton) através do incremento da sua massa edível. Por outro lado, Fuentes *et al.* (2009) verificou uma maior preferência,

por parte dos provadores numa análise sensorial, por mexilhões com maior percentagem de massa edível.

Como o presente estudo se realizou entre o início de Maio e meados de Julho, é possível que as diferenças registadas nos parâmetros biométricos entre as diferentes origens de mexilhão se devam a outros factores. De acordo com a bibliografia existente, o índice de condição e a percentagem de massa edível do mexilhão são afectados por uma variedade de factores extrínsecos e intrínsecos, tais como a temperatura da água (Bayne & Worrall, 1980; Stirling & Okumus, 1995; Okumus & Stirling, 1998), a disponibilidade de alimento (Widdows *et al.*, 1979; Smaal & van Stralen, 1990) e o ciclo gametogénico dos animais (Bayne *et al.*, 1993; Fearman & Moltschaniwskyj, 2010). É assim expectável que mexilhões de diferentes localizações geográficas tenham estado expostos a diferentes condições ambientais e, como tal, apresentem diferenças em vários aspectos da maturação sexual e respectivo esforço reprodutivo (Bayne *et al.*, 1993).

Não foi possível obter com fiabilidade dados sobre o sexo nem precisar qual a etapa do ciclo reprodutivo dos mexilhões analisados neste estudo, uma vez que os indivíduos apresentavam uma grande variabilidade de cor do manto (do branco ao laranja escuro; Figura 21). Mikhailov *et al.* (1995) e Petes (2008) concluíram que a coloração das gónadas de mexilhão não era um indicador fiável para determinar o sexo do mexilhão, pois ambos machos e fêmeas de *M. galloprovincialis* e *M. californianus* podem apresentar o tecido das gónadas cor de laranja. Esta poderá ser a razão para o facto de a aparência cor de laranja ter sido um dos atributos que, no presente estudo, obteve menos concordância e menos poder discriminatório por parte dos provadores, na análise sensorial do mexilhão fresco.



Figura 21: Variabilidade de cor do mexilhão de Vigo (à esquerda) e de *offshore* (à direita) apresentados aos provadores durante a análise sensorial.

Fonte: Ana Rita Oliveira

4.2 Análise sensorial

De acordo com Esteves (2008), uma variação significativa entre os provadores indica que, pelo menos, um dos provadores atribuiu cotações sensivelmente mais altas ou mais baixas do que os restantes. Uma variação significativa entre amostras/produtos, indica que os provadores, como painel sensorial, conseguiram distinguir as amostras. Uma interacção significativa entre provadores e amostras indica que dois ou mais provadores tiveram uma percepção diferente dos restantes no que diz respeito às diferenças entre duas ou mais amostras. Globalmente, o desempenho do painel de provadores nas sessões de análise sensorial do mexilhão fresco e cozido foi bom e consistente. Verificaram-se, no entanto, algumas discrepâncias na avaliação de alguns atributos por parte de alguns provadores embora, em geral, os provadores tenham tido um desempenho coerente entre sessões. Apenas 3 em 10 provadores demonstraram falta de concordância na avaliação dos atributos

relativamente ao resto do painel. Estes não conseguiram repetir a análise de 5 atributos em 11 disponíveis para o mexilhão cru, e de 5 atributos em 12 disponíveis para o mexilhão cozido.

As tabelas desenvolvidas no final do treino prévio e utilizadas posteriormente nas várias sessões de análise sensorial de mexilhão fresco e cozido tinham uma escala de aceitabilidade de 0 a 5 pontos, à semelhança de Caglak *et al.* (2008), e demonstraram ser adequadas para a avaliação do mexilhão. No entanto, a falta de coerência verificada na avaliação de alguns atributos poderá reflectir algum desacordo entre provadores quanto à utilização das escalas, tal como anteriormente referido por Esteves (2008), resultado de um maior número de atributos estudados quando comparado com os aconselhados pelo Codex CAC-GL 31-1999 (FAO/WHO, 2001).

Os critérios para a selecção dos atributos que podem discriminar amostras entre si têm de ser relevantes para um produto do mar específico, devem discriminar claramente as amostras, devem ser não-redundantes e cognitivamente claros para os provadores (Hyldig, 2010). Neste trabalho, apesar de terem sido realizadas 5 sessões de treino, cerca de metade dos atributos relativos à textura, nomeadamente a firmeza, consistência ou suculência, apresentaram maior dificuldade de avaliação por parte dos provadores. De facto, de acordo com Costell & Durán (2005), definir a textura dos alimentos não é uma tarefa fácil, porque este atributo é resultado de estímulos de diferentes naturezas, e a sua avaliação é um processo dinâmico e complexo, que implica a percepção visual da superfície do produto, a sua resposta ao manuseamento e a integração das sensações experienciadas na boca durante a mastigação e deglutição. No sentido de otimizar os resultados obtidos pelo painel de provadores, e uma vez que grande parte dos elementos do painel não era

consumidor de mexilhão, seria recomendável efectuar um treino mais extenso ao nível da textura antes de realizar a análise sensorial do produto.

Em relação às avaliações individuais dos atributos, os mexilhões de diferentes origens não apresentaram diferenças significativas entre si, mas na análise multivariada dos dados do mexilhão fresco foi possível verificar que todos os atributos, excepto a consistência, contribuíram para a distinção dos produtos. Os atributos relativos à aparência e ao cheiro foram os que mais contribuíram para distinguir o mexilhão de *offshore* dos restantes mexilhões analisados, o que parece indicar que, de facto, os mexilhões analisados eram suficientemente diferentes do ponto de vista sensorial. Contudo, o tratamento térmico a que foram sujeitos os mexilhões para a análise sensorial de mexilhão cozido veio de algum modo mascarar as diferenças detectadas na análise em fresco, uma vez que não foi possível distinguir todos os produtos com base na sua origem. Este resultado está de acordo com o estudo de Gómez-Sintes *et al.* (2004), no qual os provadores não conseguiram encontrar diferenças entre a aparência e cor de mexilhões cozidos da Galiza e de Valência. No entanto, nesse mesmo estudo foi realizada uma análise de preferência, através da qual foi possível verificar uma melhor discriminação entre as origens do mexilhão.

O tratamento térmico ao qual se sujeitam as amostras deve ter um impacto sensorial mínimo nas suas características “inatas” (Hyldig, 2010), mas no presente estudo não foi avaliada a aparência do mexilhão cozido, uma vez que a cor, brilho e superfície dos tecidos são claramente alterados com a cozedura. A utilização do microondas potenciou a libertação de aromas (compostos voláteis) e permitiu a avaliação do sabor, um dos atributos que mais contribuiu para a distinção dos mexilhões. Os atributos cheiro fresco e

intrínseco, sabor característico, suculência e suavidade contribuíram para que os provadores conseguissem distinguir o mexilhão proveniente de produção *offshore* dos de Pontevedra e de Vigo. No entanto, as diferenças entre o mexilhão de produção *offshore* e o mexilhão da Galiza e o do norte de Portugal não foram significativas.

Fazendo um cruzamento dos resultados do presente estudo com os obtidos por Gómez-Sintes *et al.* (2004), salientamos o facto de um painel de provadores não treinados, constituído por consumidores-finais, ter conseguido fazer uma análise sensorial consistente com base num conhecimento empírico e ter sido mais eficaz na distinção dos produtos do que um painel treinado que não está habituado a consumir mexilhão. Põe-se assim a questão, se para se realizar uma correcta avaliação sensorial de mexilhão deva ser obrigatório que os membros do painel sejam consumidores habituais do produto, aliando o seu conhecimento empírico ao seu conhecimento técnico. Considerando os resultados obtidos do ponto de vista global na análise sensorial do mexilhão no presente estudo, podemos dizer que sensorialmente houve diferenças significativas entre as origens dos mexilhões, isto é, os provadores conseguiram distinguir alguns mexilhões entre si, com base no seu local de origem.

Seria expectável que o mexilhão proveniente de produção *offshore* no Algarve fosse diferente dos restantes em termos de avaliação organoléptica. Afinal, era o único não sujeito, pelos termos legais, a processo de depuração, uma vez que a zona de produção APAA é classificada como zona A (IPIMAR, 2000). O processo de depuração de bivalves consiste em manter os animais em tanques de água salgada, com sistema de filtragem próprio, para descontaminação de indivíduos provenientes de zonas B ou C, até se atingir um número de coliformes fecais inferior a 300 (por 100g de amostra). Na prática, este

processo é semelhante a uma lavagem, durante o qual os animais não têm acesso a alimento, tendo obrigatoriamente que gastar parte das suas reservas nos processos metabólicos, o que influencia a qualidade nutricional dos mesmos, e por sua vez irá influir nas características organolépticas do mexilhão. O facto de não existirem diferenças entre o mexilhão de *offshore* e os da Galiza e do norte de Portugal poderá denotar uma de duas situações: a) os mexilhões SPG e PTN possuíam reservas suficientes para manter uma qualidade sensorial similar à do *offshore*, ou b) os mexilhões SPG e PTN podem eventualmente não ter sido devidamente depurados, apesar dos certificados existentes nas etiquetas dos lotes adquiridos.

4.3 Caracterização nutricional

Apesar de terem sido analisadas 5 origens sensorialmente, analisaram-se apenas 3 origens (Vigo, norte de Portugal e produção *offshore*) na caracterização nutricional do mexilhão. Os mexilhões destas 3 diferentes proveniências apresentaram composições proximais diferentes, excepto nos teores de proteína total e lípidos totais. O mexilhão produzido em *offshore* apresentou valores relativamente baixos de hidratos de carbono e cinzas, o que poderá estar relacionado com a influência das condições ambientais e disponibilidade de alimento do local de cultivo (Okumus & Stirling, 1998; Orban *et al.*, 2002; Vernocchi *et al.*, 2007; Babarro *et al.*, 2011). De acordo com os perfis de temperatura para as regiões costeiras de Portugal e da Galiza, publicados por Relvas *et al.* (2007), a zona de produção *offshore* do Algarve possui perfis de temperatura do mar mais elevados ao longo do ano (Coelho *et al.*, 2002; Cid, 2008), o que irá promover um crescimento mais acelerado e uma maior necessidade de alimento disponível. Todas as

localizações geográficas possuem fenómenos de *upwelling* que promovem a ocorrência de *blooms* fitoplanctónicos (Smyth *et al.*, 2001; Navarro *et al.*, 2012; Alvarez *et al.*, *in press*). Assim sendo, o que distingue a zona de Algarve das zonas mais a norte de Portugal e da Galiza é a existência de uma temperatura média do mar mais elevada e eventualmente, uma diferente população fitoplanctónica.

A composição proximal verificada para os mexilhões analisados neste estudo nos meses de Junho/Julho foi diferente daquela registada por Vernocchi *et al.* (2007) para *M. galloprovincialis* no mar Adriático nos meses correspondentes. Estas diferenças evidenciam que factores como a origem, a temperatura da água, a disponibilidade de nutrientes e o ciclo reprodutivo do mexilhão podem influenciar a composição bioquímica destes bivalves, como sugerido por Fernández-Reiriz *et al.* (1996) e Orban *et al.* (2002). Bayne & Worrall (1980) e Smaal & van Stralen (1990) indicaram a qualidade e disponibilidade de alimento como o factor mais importante na determinação da composição proximal e bioquímica dos mexilhões, logo após o ciclo gametogénico e reprodutivo. De facto, de acordo com os estudos de Widdows *et al.* (1979) e Stirling & Okumus (1995), o fitoplâncton disponível pode não corresponder aos requisitos nutricionais do mexilhão, pelo que estes animais filtram adicionalmente material particulado de origem detrítica ou bacteriana, quando está disponível no local de cultivo. Esta característica do mexilhão pode ser muito útil na produção *offshore* de mexilhão, sobretudo quando ocorrer o cultivo integrado de mexilhão junto de jaulas de aquacultura de peixes (Peharda *et al.*, 2007).

O nível mais elevado de aminoácidos livres totais (FAA) foi determinado nos mexilhões de Vigo, e o nível mais baixo nos do norte de Portugal. A taurina foi o

aminoácido mais abundante em todos os mexilhões, e à semelhança do estudo de Fuentes *et al.* (2009), o seu valor também foi mais elevado no mexilhão da Galiza (neste caso, o mexilhão VIG). De acordo com Babarro & Fernández-Reiriz (2006) e Babarro *et al.* (2011), os teores relativos de taurina de *M. galloprovincialis* diminuem significativamente com o aumento da massa edível, mas não foi possível confirmar a veracidade desta afirmação no presente estudo, uma vez que não há dados da percentagem massa edível para o mexilhão VIG.

Além da taurina, a generalidade das amostras de mexilhão de diferentes origens apresentou também um perfil de aminoácidos rico em glicina, alanina, ácido glutâmico e arginina, tal como verificado no estudo de Fuentes *et al.* (2009). No entanto, o mexilhão de *offshore* apresentou diferenças significativas em relação aos restantes mexilhões, ao nível dos teores de alanina, ácido glutâmico e glicina. As diferenças dos teores de leucina, valina, fenilalanina, tirosina, asparagina e ornitina entre os diferentes mexilhões analisados podem ser atribuídas a diferentes condições ambientais e nutricionais, como foi estabelecido noutros estudos (Fernández-Reiriz *et al.*, 1996; Orban *et al.*, 2002; Fuentes *et al.*, 2009).

A análise dos aminoácidos essenciais nos produtos do mar é importante não só para a avaliação do valor nutritivo mas também da qualidade sensorial desses produtos. De acordo com Fuentes *et al.* (2009), a elevada concentração de FAA encontrada em todas as amostras de mexilhão contribuiu para a distinção do odor intenso e do sabor, nomeadamente o ácido aspártico (sabor ácido) e o ácido glutâmico (intensificador de sabor), seguidos pela arginina (sabor amargo), glicina e alanina (sabor doce). Tendo em conta os resultados da análise multifactorial efectuada entre os teores de aminoácidos e a

análise sensorial no presente trabalho, verificou-se que os aminoácidos foram em grande parte responsáveis pela firmeza da carne do mexilhão e que o aminoácido glicina foi o que mais se aproximou do atributo sabor doce, embora a valina, leucina e fenilalanina se tenham aproximado mais do atributo cheiro fresco. De facto, os aminoácidos essenciais de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina), os aminoácidos contendo enxofre (metionina e cisteína) e os aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina) são os mais importantes na contribuição para o odor e sabor (Aristoy & Toldrá, 2010). Surpreendentemente, a maioria dos provadores teve dificuldade em avaliar o sabor doce do mexilhão, sendo a sua classificação bastante baixa, mas o “sabor doce” poderia estar mascarado pelo “sabor salgado” ou ser subtilmente expresso no sabor característico do mexilhão cozido, atributo esse que recebeu a classificação máxima pelos provadores no mexilhão de *offshore*.

Os mexilhões analisados neste estudo apresentaram diferenças significativas nos teores de colesterol (CHO), triglicéridos (TG) e ácidos gordos livres (FFA) entre as três origens, tendo o mexilhão de *offshore* apresentado o teor mais baixo de CHO e o mais elevado de FFA, e o mexilhão de Vigo o valor mais elevado de TG. De acordo com o estudo de Freitas *et al.* (2000a), ambas as origens de mexilhão comparadas (subtidal e rochosa) apresentaram valores muito superiores de TG (entre 42 e 52%) e valores muito inferiores de FFA (apenas 3,1 e 3,5%) em relação aos do presente estudo. As alterações que ocorrem nas reservas lipídicas do mexilhão são geralmente influenciadas pela reprodução e/ou nutrição (Fernández-Reiriz *et al.*, 1996; Okumus & Stirling, 1998). Segundo estes autores, a variação sazonal do conteúdo lipídico deve-se principalmente a flutuações no triacilglicerol (TG) e não nos fosfolípidos, devido ao facto de os fosfolípidos, com funções sobretudo estruturais, serem mantidos virtualmente constantes durante o ano.

Por outro lado, Fernández-Reiriz *et al.* (1996) salienta que o TG é utilizado como fonte energética, sendo considerado, por essa razão, um indicador de baixa condição nutricional na época de reprodução.

De um modo geral, os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) foram o grupo de FFA mais abundantes com excepção para o mexilhão do norte de Portugal, para o qual os ácidos gordos saturados (SAT) foram os mais abundantes. No estudo de Fuentes *et al.* (2009), os níveis de SAT predominaram sobre os MUFA e PUFA, tendo o teor ácido palmítico (16:0) sido o mais elevado em todas as amostras, e em especial no mexilhão de Valência. Este facto é de particular importância pois, de acordo com Stirling & Okmus (1995) e Freites *et al.* (2002c), os bivalves distribuídos em ambientes ricos em material orgânico não-fitoplanctónico com uma carga bacteriana elevada apresentam uma maior proporção de ácidos gordos SAT, o que nos leva a acreditar que o mexilhão PTN do presente estudo tenha sido recolhido de uma zona sujeita a descargas de detritos orgânicos.

Os MUFA foram o grupo de FFA que apresentou menor concentração nos três mexilhões analisados. O teor de ácido palmitoleico 16:1n7 foi superior no mexilhão VIG, sendo também o MUFA mais abundante para as 3 origens. Por sua vez, o ácido oleico 18:1n9 foi o MUFA que apresentou as concentrações mais baixas. De acordo os resultados apresentados por Alkanani *et al.* (2007), foram detectados no fitoplâncton elevados níveis de MUFA 16:1n7 e 18:1n9, o que pode significar que as concentrações de MUFA registadas nos mexilhões do presente estudo estavam relacionadas com a qualidade do fitoplâncton nos locais seleccionados.

Quanto às concentrações de PUFA dos mexilhões analisados, o EPA 20:5n3 e o ARA 20:4n6 foram mais abundantes no mexilhão de Vigo, enquanto o DHA 22:6n3

atingiu o valor mais elevado no mexilhão de *offshore*. Estes resultados vão de encontro aos obtidos por Fuentes *et al.* (2009), cujos mexilhões da Galiza exibiram a maior quantidade de EPA e a menor quantidade de DHA, e aos diversos estudos de Freitas *et al.* (2002b, 2002c), Orban *et al.* (2002), Alkanani *et al.* (2007) e Vernocchi *et al.* (2007), segundo os quais ambos EPA e DHA foram os PUFA mais abundantes nos mexilhões de diferentes origens. Uma observação interessante é a de que o ARA, que foi maior constituinte dos PUFA *n*6 neste estudo e está geralmente associado a processos reprodutivos e não ao crescimento (Alkanani *et al.*, 2007), teve o seu valor mais baixo no mexilhão OFF.

O fitoplâncton é o mais importante recurso alimentar para os moluscos filtradores e pode ser considerado a mais importante fonte de PUFA, uma vez que algumas algas que constituem o fitoplâncton são ricas em DHA e EPA. Além disso, segundo Fernández-Reiriz *et al.* (1996) e Freitas *et al.* (2002c), as variações no rácio DHA/EPA correspondem rigorosamente às flutuações de temperatura observadas para os locais de crescimento dos mexilhões de diferentes origens.

Tendo em conta a análise MFA mencionada anteriormente, neste estudo o ácido gordo SAT 18:0 pareceu estar relacionado com o atributo cheiro fresco, e o rácio DHA/EPA com o atributo cheiro a algas. Da mesma forma, os FFA C16:0 e o DHA pareceram contribuir para o sabor característico do mexilhão. Estes resultados foram ao encontro às afirmações de Ólafsdóttir & Jónsdóttir (2010), pois segundo as autoras, é das conversões dos lípidos (nomeadamente PUFA) em compostos voláteis, que resulta na variação do carácter específico do sabor em diferentes espécies.

4.4 Conclusões

O facto de os provadores terem conseguido distinguir mexilhões de diferentes origens é de particular relevância na enumeração das diferenças entre a composição nutricional e o perfil organoléptico dos mexilhões, quando produzidos em locais geograficamente diferentes. Tendo em conta os resultados do presente estudo, podemos dizer que o mexilhão produzido em *offshore* na costa algarvia teve uma avaliação muito positiva por parte dos provadores, sobretudo em termos de sabor, mas também a nível de composição nutricional, sendo rico em ácidos gordos polinsaturados do tipo *n3* e pobre em colesterol. Do ponto de vista comercial, o conjunto de características bioquímicas e sensoriais analisadas fazem prever que o mexilhão produzido em *offshore* na costa algarvia tenha uma boa aceitabilidade junto do consumidor, podendo certamente competir com outros mexilhões encontrados no mercado, nomeadamente o mexilhão produzido nas rias galegas (Vigo, Arousa e outras) em Espanha, que é reconhecido como produto DOP.

A produção de mexilhão *offshore* deve ter em conta factores particularmente importantes, como a localização e distribuição espacial dos *longlines* (de acordo com a biomassa total e a capacidade de carga do local de cultivo), os factores ambientais e a respectiva influência na disponibilidade de alimento e no ciclo reprodutivo, pois estes traduzir-se-iam numa elevada variabilidade da qualidade final do mexilhão para o consumidor final (Strohmeier *et al.*, 2008).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (1980). *Official Methods of Analysis*, 13^a ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., EUA, 1018p.

ALKANANI, T., PARRISH, C.C., THOMPSON, R.J. e MCKENZIE, C.H. (2007), “Role of fatty acids in cultured mussels, *Mytilus edulis*, grown in Notre Dame Bay, Newfoundland”, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 348 (1-2), 33-45.

ALVAREZ, I., GOMEZ-GESTEIRA, M., CASTRO, M., LORENZO, M.N., CRESPO, A.J.C. e DIAS, J.M. (2011), “Comparative analysis of upwelling influence between the western and northern coast of the Iberian Peninsula”, *Continental Shelf Research*, 31 (5), 388-399.

ARCHER, M. (2010), *Sensory assessment scoresheets for fish and shellfish - Torry & QIM*, Seafish. Disponível em:

http://www.seafish.org/media/Publications/sensory_assessment_scoresheets_14_5_1_0.pdf

[Consultado em 21 de Setembro de 2011]

ARISTOY, M.C. e TOLDRÁ, F. (2010), *Chapter 14: Essential Amino Acids* _in *Handbook of seafood and seafood products analysis*, NOLLET, L.M.L. e TOLDRÁ, F. (eds), Taylor & Francis Group, LLC., Boca Raton, Florida, EUA, 287-307.

AUBOURG, S.P. (2010), *Chapter 6: Lipid Compounds* _in *Handbook of seafood and seafood products analysis*, NOLLET, L.M.L. e TOLDRÁ, F. (eds), Taylor & Francis Group, LLC., Boca Raton, Florida, EUA, 69-86.

-
- BABARRO, J.M.F. e FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. (2006), “Variability of taurine concentrations in *Mytilus galloprovincialis* as a function of body size and specific tissue”, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 145, 94-100.
- BABARRO, J.M.F., FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J., LABARTA, U. e GARRIDO, J.L. (2011), “Variability of the total free amino acid (TFAA) pool in *Mytilus galloprovincialis* cultured on a raft system. Effect of body size”, *Aquaculture Nutrition*, 17 (2), 448-458.
- BANDARRA, N.M., CALHAU, M.A., OLIVEIRA, L., RAMOS, M., DIAS, M.G., BÁRTOLO, H., FARIA, M.R., FONSECA, M.C., GONÇALVES, J., BATISTA, I. e NUNES, M.L. (2004), *Composição e valor nutricional dos produtos da pesca mais consumidos em Portugal*. IPIMAR, Publicações Avulsas 11, Portugal, 103p.
- BAUTISTA (1989), *Moluscos - Tecnologia de Cultivo*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha, 167p.
- BAYNE, B.L. e WORRALL, C.M. (1980), “Growth and Production of Mussels *Mytilus edulis* from Two Populations”, *Marine Ecology - Progress Series*, 3, 317-328.
- BAYNE, B.L., SALKELD, P.N. e WORRALL, C.M. (1983), “Reproductive effort and value in different populations of the marine mussel, *Mytilus edulis* L.”, *Oecologia*, 59 (1), 18-26.
- BEBIANNO, M.J. e MACHADO, L.M. (1997), “Concentrations of Metals and Metallothioneins in *Mytilus galloprovincialis* along the South Coast of Portugal”, *Marine Pollution Bulletin*, 34 (8), 666-671.
- BOTTA, J.R. (1995), *Evaluation of Seafood Freshness Quality*, VCH Publishers, Inc.,

New York, EUA, 180p.

CAGLAK, E., CAKLI, S. e KILINC, B. (2007), “Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging”, *European Food Research and Technology*, 226 (6), 1293-1299.

CARPENTER, R.P.L., DAVID H. e HASDELL, T.A. (Eds.) (2000), *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*, 2ª ed., Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, EUA, 210p.

CARR, B.T., CRAIG-PETSINGER, D. e HADLICH, S. (2001), “A case study in relating sensory descriptive data to product concept fit and consumer vocabulary”, *Food Quality and Preference*, 12 (5-7), 407-412.

CASTRO, P. (2008), *Determinação da Adequabilidade para Implementação de Jaulas de Aquicultura ao Largo de Portugal Continental com Recurso a Análise Multi-Critério Geo-Espacial*, Tese de Mestrado em Pescas e Aquicultura, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal, 83p.

CHRISTIE, W.W. (1982), *Lipid analysis*, 2ª ed., Pergamon Press, Oxford, Reino Unido, 51-61.

CID, A. (2008), *Cultivo de Dourada (*Sparus aurata*) numa jaula offshore: alterações ambientais da qualidade da água no seu interior e no meio envolvente*, Tese de Mestrado.

COELHO, H.S., NEVES, R.J.J., WHITE, M., LEITÃO, P.C. e SANTOS, A.J. (2002), “A model for ocean circulation on the Iberian coast”, *Journal of Marine Systems*, 32 (1-3), 153-179.

COHEN, S.A., MEYS, M. e TARVIN, T.L. (1989), *The Pico-Tag Method: A Manual of Advanced Techniques for Amino Acid Analysis*, Waters Chromatography Division, Milford, Massachusetts, EUA, 124p.

COSTELL, E. (2002), “A comparison of sensory methods in quality control”, *Food Quality and Preference*, 13 (6), 341-353.

COSTELL, E. e DURÁN, L. (2005), *Food texture: sensory evaluation _in Food engineering: encyclopedia of life support systems - Volume II*, UNESCO – EOLSS, Paris, França, 391-401.

CUBILLO, A.M., PETEIRO, L.G., FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. e LABARTA, U. (2012), “Density-dependent effects on morphological plasticity of *Mytilus galloprovincialis* in suspended culture”, *Aquaculture*, 338-341 (0), 246-252.

DGPA (2012), *Recursos da Pesca – Série Estatística, Vol. 24 A-B, Ano 2011*, Direcção Geral das Pescas e Aquacultura, Portugal. Disponível em:

<http://www.dgpa.min-agricultura.pt/>

[Consultado em 16 de Novembro de 2012]

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A. e SMITH, F. (1956), “Colorimetric method for determination of sugars and related substances”, *Analytical Chemistry*, 28 (3), 350-356.

ESCOFIER, B. e PAGÈS, J. (1998), *Analyses factorielles simples et multiples: objectifs, méthodes et interpretation*, 3ª ed., Dunod, Paris, França, 284p.

ESTEVES, E. (2008), *Notas sobre a selecção e treino dum painel de provadores para análise sensorial de produtos alimentares*, Departamento de Engenharia Alimentar, Universidade do Algarve, Portugal. Disponível em:
http://w3.ualg.pt/~eesteves/docs/SelecaoTreinoProvadoresFormatado_NovaTecnovis_ao.pdf

[Consultado em 12 de Novembro de 2012]

ESTEVES, E. (2009), *Análise Sensorial*, Departamento de Engenharia Alimentar, Universidade do Algarve, Portugal. Disponível em:
http://w3.ualg.pt/~eesteves/docs/Microsoft%20Word%20-%20AnaliseSensorial_091.pdf

[Consultado em 14 de Abril de 2011]

FAO (2004), *Hatchery culture of bivalves*. FAO Fisheries Technical Paper 471.

FAO (2010a), *Cultured Aquatic Species Information Programme: Mytilus edulis (Linnaeus, 1758)*, FAO Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_edulis/en

[Consultado em 21 de Setembro de 2011]

FAO (2010b), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2010*, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. Disponível em:
<http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>

[Consultado em 21 de Setembro de 2011]

FAO (2012), *Species Fact Sheets: Mytilus edulis (Linnaeus, 1758)*, FAO Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em:

<http://www.fao.org/fishery/species/2688/en>

[Consultado em 16 de Novembro de 2012]

FAO/WHO (2001), *Codex Guidelines for the Sensory Evaluation of Fish and Shellfish in Laboratories CAC-GL 31-1999 _in Report of the Codex Committee on Fish and Fishery Products*, Volume 9A, 2ª ed., JOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME (eds.), Roma, Itália. Disponível em:

<http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w9253e/w9253e0k.htm>

[Consultado em 28 de Julho de 2010]

FAO/WHO (2008), *Standard for Live and Raw Bivalve Molluscs, Codex STAN 292-2008*. Disponível em:

http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11109/CXS_292e.pdf

[Consultado em 28 de Julho de 2010]

FEARMAN, J. e MOLTSCHANIWSKYJ, N.A. (2010), “Warmer temperatures reduce rates of gametogenesis in temperate mussels, *Mytilus galloprovincialis*”, *Aquaculture*, 305 (1-4), 20-25.

-
- FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J., LABARTA, U. e BABARRO, J.M.F. (1996), “Comparative allometries in growth and chemical composition of mussel *Mytilus galloprovincialis*, (Lamarck) cultured in two zones in the Ria Sada (Galicia, NW Spain)”, *Journal of Shellfish Research*, 15 (2), 349-353.
- FOLCH, J., LEES, M. e SLOANE STANLEY, G.H. (1957), “A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues”, *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- FOWLER, J. COHEN, L e JARVIS, P. (2002), *Practical Statistics for Field Biology*, 2^a ed., Wiley & Sons, West Sussex, Inglaterra, 259p.
- FUENTES, A., FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I., ESCRICHE, I. e SERRA J.A. (2009), “Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins”, *Food Chemistry*, 112, 295–302.
- FREITES, L., FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. e LABARTA, U. (2002a), “Lipid classes of mussel seeds *Mytilus galloprovincialis* of subtidal and rocky shore origin”, *Aquaculture*, 207 (1-2), 97–111.
- FREITES, L., FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. e LABARTA, U. (2002b), “Fatty acid profiles of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) mussel of subtidal and rocky shore origin”, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 132 (2), 453–461.
- FREITES, L., LABARTA, U. e FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. (2002c), “Evolution of fatty acid profiles of subtidal and rocky shore mussel seed (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk.). Influence of environmental parameters”, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 268 (2), 185–204.
-

GLOBEFISH (2010), *Mussels - May 2010, Chile*. Disponível em:

<http://www.globefish.org/mussels-may-2010-chile.html>

[Consultado em 14 de Abril de 2011]

GÖKOGLU, N. (2002), “A Descriptive Method for Sensory Evaluation of Mussels”,
Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 35 (7), 563-567.

GÓMEZ-SINTES, M., FUENTES, A., FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I., SERRA, J.A. e
ESCRICHE, I. (2004), “Evaluación sensorial de mejillones (*Mytilus*
galloprovincialis Lmk) de distintas procedencias: Puerto de Valencia, Delta del Ebro
y Galicia”, *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 195, 81–84.

HOAGLAND, P., KITE-POWELL, H.L. e JINET, D. (2003), *Business planning handbook
for the ocean aquaculture of blue mussels*, Woods Hole Oceanographic Institution,
EUA. Disponível em:

http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/docaquareports_miscellaneous/musselbusinessplan.pdf

[Consultado em 28 de Julho de 2010]

HOUGH, G., WAKELING, I., MUCCI, A., CHAMBERS IV, E., GALLARDO, I.M. e
ALVES, L.R. (2006), “Number of consumers necessary for sensory acceptability
tests”, *Food Quality and Preference*, 17 (6), 522-526.

HOWGATE, P. (2010), *Selection and Training of Assessors for Sensory Evaluation of
Fish*. Disponível em:

http://seafood.ucdavis.edu/pubs/selection_and_training_of_assessors.pdf

[Consultado em 21 de Setembro de 2011]

HUSS, H.H. (1995), Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper 348. Disponível em:

<http://www.fao.org/docrep/v7180e/V7180E00.HTM#Contents>

[Consultado em 21 de Setembro de 2011]

HUSSON, F., JOSSE, J., LÊ, S. e MAZET, J. (2012), *FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R*, R package version 1.20.

Disponível em:

<http://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>

[Consultado em 30 de Outubro de 2012]

HUSSON, F., LÊ, S. e PAGÈS, J. (2005), Confidence ellipse for the sensory profiles obtained by principal component analysis, *Food Quality and Preference*, 16 (3), 245-250.

HUSSON, F., LÊ, S. e PAGÈS, J. (2007), Variability of the representation of the variables resulting from PCA in the case of a conventional sensory profile, *Food Quality and Preference*, 18 (7), 933-937.

HYLDIG, G. (2010), *Chapter 27: Sensory Aspects of Heat-Treated Seafood* _in *Handbook of seafood and seafood products analysis*, NOLLET, L.M.L. e TOLDRÁ, F. (eds), Taylor & Francis Group, LLC., Boca Raton, Florida, EUA, 499-512.

IPAC (2012), El sector mitilicultor en la EU, IPacuicultura. Disponível em:

http://www.ipacuicultura.com/edicion_impresa/98/4/mejillon/4958/el_sector_mitilic_ultor_en_la_ue-p1.html

[Consultado em 16 de Novembro de 2012]

IPIMAR (2010), Nova classificação das zonas de produção de bivalves, Ipimar Divulgação n.º 10, Ipimar, Lisboa, Portugal, 2p.

LAWLESS, H.T. e HEYMANN, H. (Eds.) (2010), *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practice*, 2ª ed., Springer Science+Business Media, LLC., New York, EUA, 596p.

LÊ, S., HUSSON, F. e PAGÈS, J. (2006), Confidence Ellipses Applied to the Comparison of Sensory Profiles, *Journal of Sensory Studies*, 21 (3), 241-248.

LÊ, S., PAGÈS, J. e HUSSON, F. (2008), Methodology for the comparison of sensory profiles provided by several panels: Application to a cross-cultural study, *Food Quality and Preference*, 19 (2), 179-184.

LIMA, I.M. (2009), *Ecotoxicological Effects of Petrochemical Products on Natural Populations of Mytilus Galloprovincialis Inhabiting Rocky Shores Along the NW Coast of Portugal*, Tese de Doutoramento em Ciências do Meio Aquático, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 186p.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., e CARR, B.T. (2007), *Sensory Evaluation Techniques*, 3ª ed., CRC Press, LLC., Boca Raton, Florida, EUA, 448p.

MEXILLÓN DE GALICIA (2010). Disponível em:

http://www.mexillondegalicia.org/denominacion_de_orixe_protexida/index.php

[Consultado em 28 de Julho de 2010]

MIKHAILOV, A.T., MARIO, T. e MENDEZ, J. (1995), “Sexual differentiation of reproductive tissue in bivalve molluscs: identification of male associated polypeptide in the mantle of *Mytilus galloprovincialis* lmk.”, *International Journal of Developmental Biology*, 39, 545-548.

MOREIRA, L.R.M. (2008), *Mytilus edulis e Mytilus galloprovincialis: Características e Aquicultura*, Tese de Mestrado em Toxicologia e Ecotoxicologia, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 53p.

MURRAY, J.M., DELAHUNTY, C.M. e BAXTER, I.A. (2001), “Descriptive sensory analysis: past, present and future”, *Food Research International*, 34 (6), 461-471.

NAVARRO, G., CABALLERO, I., PRIETO, L., VÁZQUEZ, A., FLECHA, S., HUERTAS, I.E. e RUIZ, J. (2012), “Seasonal-to-interannual variability of chlorophyll-a bloom timing associated with physical forcing in the Gulf of Cádiz”, *Advances in Space Research*, 50 (8), 1164-1172.

NORONHA, J.F. (2003), *Apontamentos de Análise Sensorial: Análise Sensorial – Metodologia*, Escola Superior Agrária de Coimbra, Portugal. Disponível em:

http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf

[Consultado em 14 de Abril de 2011]

ÓLAFSDÓTTIR, G. e JÓNSDÓTTIR, R. (2010), *Chapter 8: Volatile Aroma Compounds in Fish* in *Handbook of seafood and seafood products analysis*, NOLLET, L.M.L. e TOLDRÁ, F. (eds), Taylor & Francis Group, LLC., Boca Raton, Florida, EUA, 97-117.

-
- OLSEN, R.E. e HENDERSON, R.J. (1989), “The rapid analysis on neutral and polar marine lipids using double development HPTLC and scanning densitometry”, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 129 (2), 189-197.
- ORBAN, E., DI LENA, G., NEVIGATO, T., CASINI, I., MARZETTI, A. e CAPRONI, R. (2002), “Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites”, *Food Chemistry*, 77 (1), 57-65.
- OKUMU , .S. e STIRLING, H.P. (1998), “Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs”, *Aquaculture*, 159 (3-4), 249-261.
- PAGÈS, J. e HUSSON, F. (2005), Multiple factor analysis with confidence ellipses: a methodology to study the relationships between sensory and instrumental data, *Journal of Chemometrics*, 19 (3), 138-144.
- PAGÈS, J. e TENENHAUS, M. (2001), Multiple factor analysis combined with PLS path modeling: application to the analysis of relationships between physicochemical variables, sensory profiles and hedonic judgements, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 58 (2), 261-273.
- PASTORIZA, L., BERNÁRDEZ, M., SAMPEDRO, G., CABO, M.L. e HERRERA, J.J.R. (2004), “Elevated concentrations of oxygen on the stability of live mussel stored refrigerated”, *European Food Research and Technology*, 218 (5), 415-419.
- PAWIRO, S. (2010), *Bivalves: Global production and trade trends – Chapter 2* _in, *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters*, REES, G., POND, K., KAY, D.,

BARTRAM, J. e SANTO DOMINGO, J. (eds), World Health Organization (WHO), IWA Publishing, Londres, Reino Unido. Disponível em:

http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/bivalves.pdf

[Consultado em 14 de Abril de 2011]

PEHARDA, M., ZUPAN, I., BAVCEVIC, L., FRANKIC, A. e KLANJSCEK, T. (2007), “Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture”, *Aquaculture Research*, 38 (16), 1714-1720.

PETES, L.E., MENGE, B.A., CHAN, F. e WEBB, M.A.H. (2008), “Gonadal tissue color is not a reliable indicator of sex in rocky intertidal mussels”, *Aquatic Biology*, 3 (1), 63-70.

RAMÓN, M., FERNÁNDEZ, M. e GALIMANY, E. (2007), “Development of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) seed from two different origins in a semi-enclosed Mediterranean Bay (N.E. Spain)”, *Aquaculture*, 264 (1-4), 148-159.

RANNINGER, N. (2005), *Insight of the European Mussel Market*, Second International Mussel Forum 4-5 July 2005 St John’s, NL, Canadá. Disponível em:

<http://www.aquacultureassociation.ca/ac05/abstracts/pdf/Ranninger.pdf>

[Consultado em 24 de Outubro de 2010]

RELVAS, P., BARTON, E.D., DUBERT, J., OLIVEIRA, P.B., PELIZ, A., SILVA, J.C.B., MIGUEL, A. e SANTOS, P. (2007), “Physical oceanography of the western Iberia ecosystem: Latest views and challenges” *Progress in Oceanography*, 74 (2-3), 149-173.

ROSENTHAL, A.J. (1999), *Food Texture – Measurement and Perception*, 1ª edição, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, EUA, 325p.

SENSE TEST (2007), *Legislação*, Sociedade de Estudos de Análise Sensorial a Produtos Alimentares, Lda. Disponível em:

http://www.sensetest.pt/analise_sensorial

[Consultado em 14 de Abril de 2011]

SMAAL, A.C. (2002), “European mussel cultivation along the Atlantic coast: production status, problems and perspectives”, *Hydrobiologia*, 484, 89-98.

SMAAL, A.C. e VAN STRALEN, M.R. (1990), “Average annual growth and condition of mussels as a function of food source”, *Hydrobiologia*, 195 (1), 179-188.

SMYTH, T.J., MILLER, P.I., GROOM, S.B. e LAVENDER, S.J. (2001), “Remote sensing of sea surface temperature and chlorophyll during Lagrangian experiments at the Iberian margin”, *Progress in Oceanography*, 51, 269-281.

STONE, H. e SIDEL, J.L. (2004), *Sensory Evaluation Practices*, 3ª ed., Elsevier Academic Press, San Diego, California, EUA, 408p.

STROHMEIER, T.A., DUINKER, A., STRAND, Ø. e AURE, J. (2008), “Temporal and spatial variation in food availability and meat ratio in a longline mussel farm (*Mytilus edulis*)”, *Aquaculture*, 276 (1-4), 83-90.

STIRLING, H.P. e OKUMUS, I. (1995), “Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms in two Scottish sea lochs”, *Aquaculture*, 134 (3-4), 193-210.

VALFRÉ, F., CAPRINO, F. e TURCHINI, G.M. (2003), “The Health Benefit of Seafood”,
Veterinary Research Communications, 27 Suppl. 1, 507–512.

VERNOCCHI, P., MAFFEI, M., LANCIOTTI, R., SUZZI, G. e GARDINI, F. (2007),
“Characterization of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) harvested in
Adriatic Sea (Italy)”, *Food Control*, 18, 1575–1583.

WIDDOWS, J.F.P. e WORRALL, C.M. (1979), “Relationships between Seston, Available
Food and Feeding Activity in the Common Mussel *Mytilus edulis*”, *Marine Biology*,
50, 195-207.

ZAR, J.H. (1999), *Biostatistical Analysis*, 4^a ed., McELROY, W. e SWANSON, P. (eds.),
Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, EUA, 649p.

6. ANEXOS

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO FRESCO

Para esta análise, caracterize o mexilhão que lhe é apresentado, marcando com uma cruz (X) o(s) termo(s) que melhor o descreve(m). No caso de não concordar com nenhum dos termos apresentados, por favor, designe-os no espaço indicado (Outro).

1. Cor

- Viva
- Brilhante
- Cor-de-laranja
- Amarelada
- Pálida
- Descorada
- Outro: _____

2. Aparência

- Brilhante
- Húmida
- Leitosa
- Superfície lisa
- Enrugada
- Seca
- Outro: _____

3. Cheiro

- Fresco
- Intrínseco / Característico
- Neutro
- A algas
- Salgado
- Adocicado
- Frutado
- Outro: _____

4. Textura

- Firme
- Elástica
- Macia
- Mole
- Tenra
- Rija
- Outro: _____

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO COZIDO

Para esta análise, caracterize o mexilhão que lhe é apresentado, marcando com uma cruz (X) o(s) termo(s) que melhor o descreve(m). No caso de não concordar com nenhum dos termos apresentados, por favor, designe-os no espaço indicado (Outro).

1. Cheiro

- Fresco
- Intrínseco / Característico
- Neutro
- A algas
- Salgado
- Adocicado
- Frutado
- Outro: _____

2. Sabor

- Característico
- Doce
- Salgado
- Intenso
- Suave
- Neutro
- Metálico
- Outro: _____

3. Textura

- Suculenta
- Seca
- Elástica
- Macia
- Tenra
- Firme
- Rija
- Outro: _____

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO

Para esta análise, irão ser-lhe entregues 2 amostras, uma de mexilhão fresco e outra de mexilhão cozido.

Caracterize o mexilhão que lhe é apresentado, marcando com uma cruz (X) o(s) termo(s) que melhor o descreve(m). Pode escolher mais do que um termo.

Tenha atenção na escolha dos termos da textura, tendo em conta que a textura inclui qualidades como:

Firmeza: grau em que a amostra se deforma antes de se romper ao morder com os molares.

Consistência: força com que a amostra se desintegra, fractura ou quebra. Inclui a crocância e a fragilidade do produto.

Dureza: força necessária para deformar o produto, isto é, para morder com os incisivos, comprimir entre os molares, e entre a língua e o palato.

Mastigabilidade: energia necessária para desintegrar um alimento semi-sólido durante a mastigação até um estado pronto para engolir. Inclui a elasticidade e gomosidade do produto.

Suculência: quantidade de humidade e/ou sucos libertados pela amostra na boca, aquando da mastigação.

Suavidade: ausência de partículas ou grânulos no produto. Inclui a granulidade e rugosidade do produto.

Deve considerar a amostra como um todo, e não as diferentes partes do produto que lhe é apresentado.

Obrigado, boa prova!

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO FRESCO

1. Cor

- Viva
- Brilhante
- Cor-de-laranja
- Pálida

2. Aparência

- Brilhante
- Húmida
- Leitosa
- Superfície lisa

3. Cheiro

- Fresco
- Intrínseco / Característico
- Marinho / A algas
- Salgado

4. Textura

- Firme
- Tenro
- Duro
- Mole
- Elástico
- Húmido
- Macio

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO COZIDO

1. Cheiro

- Fresco
- Intrínseco / Característico
- Marinho / A algas
- Salgado
- Adocicado

2. Sabor

- Intrínseco / Característico
- Adocicado
- Salgado
- Intenso
- Suave

3. Textura

- Firme
- Tenro
- Duro
- Mole
- Elástico
- Suculento
- Macio

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO FRESCO

Características Sensoriais Mexilhão Fresco (Cru)		Suave/Fraca		Moderada		Intensa/Forte
		1	2	3	4	5
Aparência	Brilhante					
	Húmida					
	Superfície lisa					
Cor	Viva					
	Cor de laranja					
	Brilhante					
Odor/Cheiro	Fresco					
	Intrínseco / Característico					
	Marinho / A algas					
Textura	Firme					
	Tenra					
	Elástica					
	Mole					
	Macia					

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO COZIDO

Características Sensoriais Mexilhão Fresco (Cozido)		Ligeira/Fraca		Moderada		Intensa/Forte
		1	2	3	4	5
Odor/Cheiro	Fresco					
	Intrínseco / Característico					
	Marinho / A algas					
	Salgado					
	Doce					
Sabor	Intrínseco / Característico					
	Salgado					
	Doce					
Textura	Firme					
	Tenra					
	Elástica					
	Mole					
	Macia					
	Suculenta					

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO FRESCO

Parâmetros		Pontuação					
		0	1	2	3	4	5
Cheiro	Fresco	Ausente					Intenso
	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Marinho / A algas	Ausente					Intenso
Aparência Interior	Brilhante	Ausente					Intensa
	Húmida	Ausente					Intensa
	Cor de laranja	Pálida					Viva
	Superfície	Rugosa					Lisa
Textura	Firmeza	Tenro					Firme
	Consistência	Duro					Mole
	Elasticidade	Rígido					Elástico
	Suavidade	Granuloso					Macio

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO COZIDO

Parâmetros		Pontuação					
		0	1	2	3	4	5
Cheiro	Fresco	Ausente					Intenso
	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Marinho / A algas	Ausente					Intenso
Sabor	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Salgado	Ausente					Intenso
	Doce	Ausente					Intenso
Textura	Firmeza	Tenro					Firme
	Consistência	Resistente					Frágil
	Dureza	Duro					Mole
	Mastigabilidade	Difícil					Fácil
	Suculência	Seco					Suculento
	Suavidade	Granuloso					Macio

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO FRESCO

Parâmetros		Pontuação					
		0	1	2	3	4	5
Cheiro	Fresco	Ausente					Intenso
	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Marinho / A algas	Ausente					Intenso
Aparência Interior	Brilhante	Ausente					Intensa
	Húmida	Ausente					Intensa
	Cor de laranja	Pálida					Viva
	Superfície	Rugosa					Lisa
Textura	Firmeza	Firme					Tenro
	Consistência	Duro					Mole
	Elasticidade	Rígido					Elástico
	Suavidade	Granuloso					Macio

Provedor:

Amostra:

Data:

ANÁLISE SENSORIAL DO MEXILHÃO COZIDO

Parâmetros		Pontuação					
		0	1	2	3	4	5
Cheiro	Fresco	Ausente					Intenso
	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Marinho / A algas	Ausente					Intenso
Sabor	Intrínseco / Característico	Ausente					Intenso
	Salgado	Ausente					Intenso
	Doce	Ausente					Intenso
Textura	Firmeza	Firme					Tenro
	Consistência	Resistente					Frágil
	Dureza	Duro					Mole
	Mastigabilidade	Difícil					Fácil
	Suculência	Seco					Suculento
	Suavidade	Granuloso					Macio

Anexo II – Valores da ANOVA aplicado aos atributos do mexilhão fresco

Atributo	OFF.	OFF.	OFF.	OFF.	PTN.	PTN.	PTN.	PTN.	VIG.	VIG.	VIG.	VIG.
	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest
Superficie	0,600	5,033	0,273	1,096	0,600	2,749	0,672	0,423	0,653	4,496	0,664	0,434
Elasticidade	0,242	4,085	0,779	0,281	0,400	3,958	0,784	0,274	0,464	4,163	0,783	0,275
Algas	0,150	3,708	0,878	0,154	0,311	4,154	0,809	0,242	0,283	3,842	0,868	0,166
Intrinseco	0,108	3,418	0,914	0,108	-0,044	3,265	0,976	-0,030	0,036	3,804	0,970	0,038
Brilhante	0,025	3,926	0,973	0,034	-0,222	3,546	0,786	-0,271	-0,353	3,549	0,786	-0,272
Humido	-0,067	3,806	0,930	-0,088	-0,511	3,188	0,723	-0,355	-0,525	2,785	0,766	-0,298
Fresco	-0,192	3,507	0,842	-0,199	-0,533	2,782	0,670	-0,426	-1,014	0,929	0,626	-0,487
Suavidade	-0,208	3,560	0,705	-0,379	-0,511	3,361	0,652	-0,451	-1,233	2,639	0,356	-0,924
Firmeza	-0,325	2,990	0,699	-0,387	-0,822	1,121	0,644	-0,462	-1,447	1,868	0,327	-0,980
Consistencia	-0,525	1,624	0,581	-0,552	-0,400	4,033	0,622	-0,494	-0,967	3,467	0,311	-1,012
Laranja	-1,058	0,885	0,377	-0,884	-0,600	3,301	0,589	-0,541	-3,347	-1,199	0,051	-1,952
	PTV.	PTV.	PTV.	PTV.	SPG.	SPG.	SPG.	SPG.				
	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest				
Superficie	1,386	3,535	0,159	1,408	1,475	3,624	0,128	1,522				
Elasticidade	0,053	3,368	0,951	0,062	0,792	4,560	0,157	1,417				
Algas	-0,103	1,840	0,932	-0,085	0,525	4,426	0,481	0,705				
Intrinseco	-0,153	3,615	0,785	-0,273	0,608	3,918	0,547	0,602				
Brilhante	-0,344	3,528	0,657	-0,445	0,433	4,306	0,569	0,570				
Humido	-0,669	2,640	0,516	-0,650	0,442	2,385	0,711	0,371				
Fresco	-0,686	3,215	0,367	-0,901	0,308	4,007	0,749	0,320				
Suavidade	-0,981	2,718	0,323	-0,989	0,175	3,490	0,835	0,209				
Firmeza	-0,567	3,867	0,309	-1,017	0,100	4,533	0,854	0,185				
Consistencia	-1,117	2,442	0,267	-1,110	0,150	3,708	0,878	0,154				
Laranja	-1,003	2,840	0,258	-1,131	-0,258	3,585	0,764	-0,300				

Anexo II – Valores da ANOVA aplicado aos atributos do mexilhão cozido.

Atributo	OFF.	OFF.	OFF.	OFF.	PTN.	PTN.	PTN.	PTN.	VIG.	VIG.	VIG.	VIG.
	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest
Superfície	0,600	5,033	0,273	1,096	0,600	2,749	0,672	0,423	0,653	4,496	0,664	0,434
Elasticidade	0,242	4,085	0,779	0,281	0,400	3,958	0,784	0,274	0,464	4,163	0,783	0,275
Algas	0,150	3,708	0,878	0,154	0,311	4,154	0,809	0,242	0,283	3,842	0,868	0,166
Intrinseco	0,108	3,418	0,914	0,108	-0,044	3,265	0,976	-0,030	0,036	3,804	0,970	0,038
Brilhante	0,025	3,926	0,973	0,034	-0,222	3,546	0,786	-0,271	-0,353	3,549	0,786	-0,272
Humido	-0,067	3,806	0,930	-0,088	-0,511	3,188	0,723	-0,355	-0,525	2,785	0,766	-0,298
Fresco	-0,192	3,507	0,842	-0,199	-0,533	2,782	0,670	-0,426	-1,014	0,929	0,626	-0,487
Suavidade	-0,208	3,560	0,705	-0,379	-0,511	3,361	0,652	-0,451	-1,233	2,639	0,356	-0,924
Firmeza	-0,325	2,990	0,699	-0,387	-0,822	1,121	0,644	-0,462	-1,447	1,868	0,327	-0,980
Consistencia	-0,525	1,624	0,581	-0,552	-0,400	4,033	0,622	-0,494	-0,967	3,467	0,311	-1,012
Laranja	-1,058	0,885	0,377	-0,884	-0,600	3,301	0,589	-0,541	-3,347	-1,199	0,051	-1,952
	PTV.	PTV.	PTV.	PTV.	SPG.	SPG.	SPG.	SPG.				
	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest	Coeff	Adjust.mean	P.value	Vtest				
Superfície	1,386	3,535	0,159	1,408	1,475	3,624	0,128	1,522				
Elasticidade	0,053	3,368	0,951	0,062	0,792	4,560	0,157	1,417				
Algas	-0,103	1,840	0,932	-0,085	0,525	4,426	0,481	0,705				
Intrinseco	-0,153	3,615	0,785	-0,273	0,608	3,918	0,547	0,602				
Brilhante	-0,344	3,528	0,657	-0,445	0,433	4,306	0,569	0,570				
Humido	-0,669	2,640	0,516	-0,650	0,442	2,385	0,711	0,371				
Fresco	-0,686	3,215	0,367	-0,901	0,308	4,007	0,749	0,320				
Suavidade	-0,981	2,718	0,323	-0,989	0,175	3,490	0,835	0,209				
Firmeza	-0,567	3,867	0,309	-1,017	0,100	4,533	0,854	0,185				
Consistencia	-1,117	2,442	0,267	-1,110	0,150	3,708	0,878	0,154				
Laranja	-1,003	2,840	0,258	-1,131	-0,258	3,585	0,764	-0,300				