



**Avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna
de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com
ênfase para a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) e a
amêijoa-boia (*Ruditapes decussatus*)**

Gina Maria da Silva Neto

2011



**Avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna
de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com
ênfase para a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) e a
amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*)**

Gina Maria da Silva Neto

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Aquacultura

**Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Ricardo
Calado e supervisor Susana Mendes**

2011



IPL

escola superior de turismo
e tecnologia do mar
instituto politécnico de leiria

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – IPL
Mestrado Aquacultura



**Avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna
de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com
ênfase para a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) e a
amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*)**

Gina Maria da Silva Neto

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

Dedicatória e Agradecimentos:

Durante a realização deste trabalho foram muitas as pessoas que me apoiaram às quais não posso deixar de expressar o meu especial agradecimento.

Ao Professor Doutor Ricardo Calado agradeço a orientação deste trabalho e empenho que sempre colocou na sua realização, a amizade, compreensão e a preocupação demonstradas, bem como a colaboração na parte prática do trabalho. Muito obrigado.

À Professora Susana Mendes agradeço a supervisão deste trabalho e dedicação que sempre colocou na sua realização, as sugestões, a constante disponibilidade, os conhecimentos transmitidos, a amizade, as palavras de apoio e de conforto que me ajudaram a ultrapassar os momentos mais difíceis, e ainda sua ajuda fundamental na parte estatística do trabalho. Muito Obrigada.

Ao Professor Doutor Raul Bernardino, coordenador do mestrado, agradeço a disponibilidade e compreensão. Muito obrigado.

Ao Pedro Fonseca, presidente da Associação de Produtores de Bivalves, ao Rui Protásio, à Mariana, ao Paulo Rosa e ao Paulo Ribau agradeço todo o vosso apoio e dedicação na parte prática do trabalho, a amizade, a compreensão e preocupação demonstradas, a constante disponibilidade, a colaboração total em materiais e tempo de trabalho, as horas dispendidas no pontão Clube de Vela Costa Nova e nos viveiros da Gafanha da Encarnação. A todos vós muito obrigado.

À minha amiga Filipa Freire agradeço pelo apoio e incentivo, pelo companheirismo e pela ajuda disponibilizada. Obrigada.

Aos meus pais, irmãos, avós, cunhado e madrinha agradeço todo o vosso apoio incondicional e dedicação, a ajuda e incentivo que sempre me transmitiram ao longo destes

anos, a confiança que sempre depositaram em mim e no meu trabalho. A todos muito obrigado.

Ao meu namorado Vítor agradeço o apoio incondicional, a paciência e compreensão, a amizade, o amor e o carinho. Obrigado por estares presente em todos os momentos e por nunca me deixares baixar os braços e desistir, obrigado por confiares sempre nas minhas capacidades, sem ti seria tudo mais difícil!

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, tornaram este trabalho possível, o meu Muito Obrigada!

Dedico este trabalho à minha família e ao Vítor por terem sempre acreditado em mim, e ainda a todos os que contribuíram para que este trabalho fosse a bom porto.

Índice

Resumo.....	xix
Abstract.....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1 Introdução geral.....	1
1.2 Aquacultura no mundo	2
1.3 Aquacultura em Portugal.....	3
1.3 Aquacultura de bivalves na Gafanha da Encarnação (Ria de Aveiro).....	6
1.4 Biologia das espécies: ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) e amêijoa-boia (<i>R. decussatus</i>).....	9
Classificação taxonómica da ostra japonesa.....	9
Interesse comercial da <i>C. gigas</i>	11
Classificação taxonómica da amêijoa-boia.....	13
Interesse comercial da <i>R. decussatus</i>	15
1.5 Objectivo.....	17
Objectivos específicos:.....	17
2. Material e métodos	19
2.1. Localização das áreas em estudo: Ria de Aveiro.....	19
2.2. Metodologia.....	22
2.3. Procedimento experimental de cultivo	25
2.3. Monitorização da sobrevivência e recolha de parâmetros biométricos.....	33
2.4. Análise estatística dos dados.....	35
3. Resultados.....	37
3.1. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água.....	37
3.2. Sobrevivência e o crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água quando comparadas com as ostras do cultivo em mesas.....	41

3.3. Sobrevivência e crescimento das amêijoas do cultivo suspenso na coluna de água .	43
4. Discussão	45
4.1. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água.....	46
4.2. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água quando comparadas com as ostras do cultivo em mesas.....	48
4.3. Sobrevivência e crescimento das amêijoas do cultivo suspenso na coluna de água .	51
5. Considerações finais.....	53
Referências bibliográficas	57
Sites consultados.....	61
Anexos.....	63
Anexo I - Classificação das zonas de produção	63
Anexo II - Produção mundial em aquacultura	65
Anexo III - Produção em aquacultura por tipos de regime: Extensivo, Semi-Intensivo e Intensivo.....	66
Anexo IV - Material utilizado no projecto.	67
Material	67
Material Biológico	68
Anexo V - Avaliar a sobrevivência das ostras cultivadas na coluna de água, a favor e contra a corrente e ainda a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, simultaneamente.....	69
Anexo VI - Avaliar o crescimento das ostras cultivadas na coluna de água, a favor e contra a corrente e ainda a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, simultaneamente.....	70
Anexo VII - Avaliar as diferenças entre os três tipos de cultivo suspensos na coluna de água, monocultivo, policultivo com amêijoa em baixo e policultivo com amêijoa em cima, relativamente à sobrevivência das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4), em simultâneo.....	71

Anexo VIII - Avaliar as diferenças entre os três tipos de cultivo suspensos na coluna de água, monocultivo, policultivo com amêijoa em baixo e policultivo com amêijoa em cima, relativamente ao crescimento das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4), em simultâneo.....	72
Anexo IX - Avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente à sobrevivência e ao crescimento (g) das ostras.....	74
Anexo X - Avaliar as diferenças no peso da concha da ostra (50-64 mm) entre os dois modos de cultivo (mesas e suspenso na coluna de água)	75
Anexo XI - Avaliar as diferenças na sobrevivência e no crescimento das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5).	76
Anexo XII - Sistema inovador para o cultivo de ostras na coluna de água.....	77

Índice de Figuras

Figura 1: Produção mundial em aquacultura (t) por grupo de organismos, relativo ao ano de 2009, (FAO, 2011a).....	2
Figura 2: Produção mundial em aquacultura (€) por grupo de organismos, referente ao ano 2009 (FAO, 2011a).....	3
Figura 3: Produção nacional em aquacultura, referente aos anos de 2008 e 2009 e seu respectivo valor (INE, 2011).....	4
Figura 4: Produção nacional em aquacultura (t) e respectivo valor (€), por grupo de organismos, referente ao ano de 2009 (www.ine.pt).....	4
Figura 5: Produção nacional de bivalves em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente ao ano de 2009, (www.ine.pt).....	5
Figura 6: Viveiros da Gafanha da Encarnação, na maré baixa, situado no Canal de Mira da Ria de Aveiro. Área destinada ao projecto.....	7
Figura 7: Ostra japonesa (<i>C. gigas</i>).....	9
Figura 8: Distribuição mundial do cultivo de ostra japonesa (<i>Crassostrea gigas</i>); site: www.fao.org.....	10
Figura 9: Produção mundial da ostra japonesa (<i>C. gigas</i>), site:www.fao.org.....	11
Figura 10: Produção nacional de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente aos anos de 2005 a 2009; site:www.ine.pt.....	12
Figura 11: Amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>).....	13
Figura 12: Distribuição natural da amêijoia-boia (<i>Ruditapes decussatus</i>); site: www.fao.org (consultado: 21/07/11).....	13
Figura 13: Principais produtores de amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>); site: www.fao.org.....	14
Figura 14: Produção mundial da amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>), site:www.fao.org.....	15
Figura 15: Produção nacional da amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>) em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente aos anos de 2005 a 2009; site:www.ine.pt.....	16
Figura 16: Ria de Aveiro, os seus canais e a embocadura da barra ; site:www.googleearth.com.....	19
Figura 17: Clube de Vela Costa Nova, situado no Canal de Mira da Ria de Aveiro. A área do projecto encontra-se destacada a vermelho; site:www.googleearth.com.....	21
Figura 18: Saco ostreícola fechado com armação metálica interna.....	23
Figura 19: Conjunto de cinco sacos ostreícolas com armação metálica interna preparados para o projecto.....	23
Figura 20: Dois conjuntos de cinco sacos ostreícolas com armação metálica interna, dispostos contra a corrente, localizados por baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova, fixos num cabo de aço.....	24
Figura 21: Monocultivo de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) contra e a favor da corrente.....	25
Figura 22: Policultivo de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) com amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>) no saco de baixo e policultivo de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) com amêijoia-boia (<i>R. decussatus</i>) no saco de cima.....	25
Figura 23: Monocultivo de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>) contra a corrente.....	26

Figura 24: Viveiros da Gafanha da Encarnação.....	26
Figura 25: Conjuntos de sacos ostreícolas com armação metálica interna, prontos para a sua colocação debaixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova.....	27
Figura 26: Conjuntos de sacos ostreícolas suspensos na coluna de água, por baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova, no início da experiência.....	27
Figura 28: Cultivo em mesas com semente de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>).....	28
Figura 27: Saco ostreícola preparado para o cultivo em mesas com semente de ostra japonesa (<i>C. gigas</i>).....	28
Figura 29: Saco do cultivo suspenso na coluna de água um mês após o início da experiência.....	29
Figura 30: Conjunto de sacos ostreícolas do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.....	29
Figura 31: Saco ostreícola do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.....	30
Figura 32: Amêijoas e ostras do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.....	30
Figura 33: Mudança dos sacos ostreícolas do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.....	30
Figura 34: Recolocação dos conjuntos no cultivo suspenso na coluna de água, de baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova.....	31
Figura 35: Vista exterior e interior de um saco ostreícola do cultivo suspenso na coluna de água, no fim da experiência.....	32
Figura 36: Alguns dos organismos encontrados nos sacos suspensos na coluna de água.....	32
Figura 37: Pesagem das ostras do cultivo suspensos na coluna de água, no fim da experiência.....	33
Figura 38: Medição de uma ostra (à esquerda) e de uma amêijoa (à direita) do cultivo suspensos na coluna de água, no fim da experiência.....	33
Figura 40: Ostras do cultivo em mesas, no fim da experiência, à esquerda, à direita sacos de engorda (malhagem de 13mm) com ostras do projecto.....	34
Figura 39: Ostras do cultivo em mesa no fim da experiência.....	34
Figura 41: Medição e pesagem da concha de uma ostra do cultivo em mesas, no final da experiência.....	35
Figura 42: Sobrevivência média (%) da ostra (<i>C. gigas</i>) do monocultivo suspenso na coluna de água, em relação à sua posição no conjunto (nível), a favor e contra a corrente. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.....	37
Figura 43: Peso médio (g) da ostra (<i>C. gigas</i>) do monocultivo suspenso na coluna de água, em relação à sua posição no conjunto (nível), a favor e contra a corrente. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.....	38
Figura 44: Sobrevivência média (%) das ostras (<i>C. gigas</i>), nos diferentes tipos de cultivo e a sua posição no conjunto (nível). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.....	39
Figura 45: Peso médio (g) das ostras (<i>C. gigas</i>) nos diferentes tipos de cultivo e a sua posição no conjunto (nível). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.....	40

Figura 46: Sobrevivência média (%) das ostras (<i>C. gigas</i>), para os diferentes modos de cultivo. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de 0,05.	41
Figura 47: Peso médio (g) das ostras (<i>C. gigas</i>), para os diferentes modos de cultivo. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de 0,05.	42
Figura 48: Peso médio da concha (g) das ostras (<i>C. gigas</i>), relativamente ao modo de cultivo (suspenso na coluna de água e cultivo em mesas). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão. ..	42
Figura 49: Sobrevivência média (%) das amêijoas (<i>R. decussatus</i>), relativamente à sua posição no conjunto (nível 1 e nível 5). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.	43
Figura 50: Peso médio (g) das amêijoas (<i>R. decussatus</i>), relativamente à sua posição no conjunto (nível 1 e nível 5). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.	44
Figura 51: Estrutura em PVC para o cultivo de ostras na coluna de água (Roncaratti, 2010).	77

Índice de Tabelas

Tabela 1: Tabela de comparações múltiplas entre os tipos de cultivo, monocultivo, policultivo com amêijoas no nível inferior e policultivo com amêijoas no nível superior, relativamente ao crescimento das ostras (<i>Crassostrea gigas</i>).....	40
Tabela 2: Tabela da Classificação das zonas de produção e respectivos critérios e resultados.	63
Tabela 3: Classificação das zonas de apanha/cultivo de bivalves para a Ria de Aveiro	64
Tabela 4: Tabela da produção mundial em aquacultura de 1970 a 2008, (FAO, 2011a).	65
Tabela 5: Produção aquícola em águas interiores e oceânicas por tipo de água e regime, segundo as espécies, (INE,2011).....	66
Tabela 6: Material utilizado no projecto.	67
Tabela 7: Material Biológico utilizado no projecto.	68
Tabela 8: Análise estatística 2way-ANOVA para comparar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água em monocultivo a favor e contra a corrente e ainda comparar a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, relativamente à sobrevivência.....	69
Tabela 9: Análise estatística 2way-ANOVA para comparar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água em monocultivo a favor e contra a corrente e ainda comparar a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, relativamente ao crescimento.	70
Tabela 10: Análise estatística 2way-ANOVA para avaliar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água entre os três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima, relativamente à sobrevivência das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4).....	71
Tabela 11: Análise estatística 2way-ANOVA para avaliar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água entre os três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima, relativamente ao crescimento das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4).....	72
Tabela 12: Análise estatística não paramétrica, teste de Kruskal Wallis com o fim de avaliar as diferenças no crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água nos três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima.....	73
Tabela 13: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente à sobrevivência das ostras.	74
Tabela 14: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente ao crescimento das ostras.	74
Tabela 15: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças no peso da concha das ostras entre os dois modos de cultivo (mesas e suspenso na coluna de água).	75
Tabela 16: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças na sobrevivência das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5).	76

Tabela 17: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças no crescimento das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5). 76

Resumo

A Ostra Japonesa (*Crassostrea gigas*) e a amêijoia-boa (*Ruditapes decussatus*) são espécies de elevado interesse económico sendo maioritariamente consumidas por todo o mundo e em particular nos países da Europa do Sul. Ambas as espécies são produzidas há quase duas décadas na região intertidal da Ria de Aveiro, utilizando actualmente técnicas similares às que foram implementadas no início da produção. Deste modo, existe uma necessidade crescente de modernização, de forma a implementar técnicas alternativas e/ou complementares às técnica já existentes, promovendo a optimização da produção de bivalves na ria de Aveiro.

Este trabalho tem como objectivo, a avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com ênfase para a ostra japonesa e a amêijoia-boa. Para tal, comparou-se a sobrevivência e crescimento (peso) das ostras em monocultivo suspenso na coluna de água, relativamente ao seu posicionamento face à corrente (contra e a favor) e à posição vertical na estrutura de cultivo (nível). Avaliou-se, ainda, o efeito do policultivo (amêijoia no nível superior e inferior da estrutura) no desempenho das ostras em relação à sua posição nos diferentes níveis da estrutura. Realizou-se a avaliação das diferenças na sobrevivência e no aumento de peso das ostras entre os dois modos de cultivo (sacos suspensos na coluna de água vs. mesas). Comparou-se, ainda, o desempenho das amêijoas em policultivo na coluna de água, relativamente à sua posição vertical na estrutura de cultivo (nível superior e inferior da estrutura).

Os resultados revelaram que não há influência da corrente, nem da posição na estrutura (nível) para o desempenho das ostras em monocultivo. No entanto observou-se que as ostras em policultivo com a amêijoia-boa apresentaram um peso superior em relação às ostras do monocultivo, não tendo existido diferenças na sobrevivência.

Os resultados mostraram, ainda, que existem diferenças na sobrevivência entre os dois modos de cultivo, ou seja, as ostras do cultivo em mesas apresentaram maior sobrevivência média em relação às ostras do cultivo suspenso, $38.8 \pm 3.3\%$ e $25.4 \pm 2.6\%$, respectivamente. Já relativamente ao peso, as ostras do cultivo suspenso apresentaram maior crescimento médio do que as ostras das mesas, 32.7 ± 6.7 g e 13.3 ± 2.8 g, respectivamente. No que diz respeito à

avaliação das amêijoas do policultivo, não foram observadas diferenças quer para a sobrevivência ou crescimento das mesmas.

Ambos os modos de cultivo, utilizados neste trabalho mostraram ser eficientes para a produção de ostra japonesa. O cultivo suspenso revelou-se ainda como uma técnica favorável para a pré-engorda de amêijoas-boas. Tendo em consideração que existe um risco crescente da produção de bivalves em mesas na Ria de Aveiro se poder vir a tornar insustentável e/ou colapsar, é necessário implementar novas técnicas alternativas e/ou complementares às já existentes que tenham como suporte grupos de investigação multidisciplinares e novas tecnologias. Esta estratégia é fundamental para desenvolver uma aquacultura sustentável, moderna, eficiente e economicamente viável.

Palavras chave: Aquacultura; Cultivo em Mesas; Cultivo suspenso na coluna de água; Bivalves.

Abstract

The Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) and the clam (*Ruditapes decussata*) are species with high commercial interest, being consumed throughout the world, particularly in Southern Europe. Both species have been produced for nearly two decades in the intertidal zone of Ria de Aveiro, and nowadays producers still employ identical culture methodologies to that of the early 1990's. In this way, there is a need for modernization and implementation of alternative or complementary culture techniques for the optimization of bivalve production in Ria de Aveiro.

The aim of the present study was to evaluate the performance of suspended bags in the water column for bivalve production in Ria de Aveiro, with emphasis to Japanese oyster and clam. Survival and weight of oysters in a monoculture suspended in the water column was compared in relation to its position towards water current (upstream/downstream) and its vertical position within the production structure (level). The effect of polyculture (superior/inferior levels of the structure) on oyster's survival and growth was compared to their position (level) within the structure. The difference in terms of survival and growth of oysters promoted between two production methods (suspended bags in the water column vs. trestles) was compared. The effect of vertical level (superior/inferior) in survival and weight of clams suspended in the water column in the polyculture structure was also evaluated

Results showed that current and position within the structure had no influence on survival and weight of oysters in monoculture. Oysters grown in polyculture with clams displayed a higher weight than those in monoculture (average wet weight (mm) \pm standard deviation (sd) of clams on the superior level of polyculture, on the inferior level of polyculture and on monoculture was 38.1 ± 5.4 , 37.1 ± 4.3 and 32.8 ± 7.3 , respectively), with no differences being recorded for survival.

Differences in survival were recorded between the two culture methods, with oysters cultured in trestles displaying a higher average survival (%) (\pm sd) than those suspended in the water column (38.8 ± 3.3 and 25.4 ± 2.6 , respectively). Concerning growth, oysters suspended in the water column showed a higher mean weight than oysters grown on trestles (32.7 ± 6.7 and 13.3 ± 2.8 , respectively). There was no significant difference in clam survival and weight based on their vertical position in suspension within water column.

Both methods (suspended bags in the water column vs. trestles) used in this project proved to be efficient in the production of the Japanese oyster. Suspension culture was also showed to be a favorable technique for clam nursery prior to its “seeding” on the sediment for grow-out. There is a high risk that production of bivalves on trestles in Ria de Aveiro can become an unsustainable practice and/or collapse. Keeping this in mind, alternative techniques are needed to either replace or complement production methods presently in use and benefit from multidisciplinary research groups and new technologies to support innovative production methods. This strategy is essential for the development of a sustainable, modern, efficient and commercially feasible aquaculture.

Keywords: Aquaculture, Trestles, Suspension bags within water column, Bivalves

1. Introdução

1.1 Introdução geral

A vida do Homem desde sempre que tem sido condicionada pela procura de alimento. De forma a contrariar esta condição e a melhorar a sua qualidade de vida, o Homem desenvolveu técnicas, transformou produtos e instrumentos nas mais diversas áreas do conhecimento. No entanto, o aumento crescente da população, a má gestão dos recursos naturais, a sua sobreexploração e os desequilíbrios ambientais (poluição) levou à redução da produtividade de uma das fontes de proteína animal mais importantes, a pesca (Henriques, 1998).

Com a queda mundial da pesca e perante um estado de sobreexploração dos recursos, a aquacultura, prática realizada desde a antiguidade como meio de subsistência em países menos desenvolvidos, surge como uma alternativa para obtenção de proteína animal de qualidade e a baixo custo, tanto para o consumo humano como para a restauração dos stocks (repopoamento). Esta prática foi implementada, não para substituir a pesca tradicional, mas como uma forma de a complementar em duas grandes vertentes: diminuir a escassez de alimento a nível mundial, bem como, diminuir a pressão sobre os recursos naturais (Mestre, 2008).

A aquacultura consiste então na produção de organismos aquáticos, tais como, peixes, moluscos, crustáceos e algas. Trata-se de uma actividade muito diversificada, que abrange uma vasta gama de espécies e práticas de produção, em águas doces, salobras e salgadas (IPIMAR, 2008). Esta integra três regimes de cultivo: o regime extensivo, o regime semi-intensivo e o regime intensivo.

No regime extensivo, o cultivo de organismos realiza-se em zonas intertidais, lagunares e estuarinas, sendo o alimento único e exclusivamente natural (como é o caso da produção de bivalves em Portugal) (IPIMAR, 2008).

No cultivo em regime semi-intensivo, recorre-se geralmente à utilização de tanques de terra batida, implantados em locais adequados. A produção é planificada, utilizando a reprodução artificial em maternidades, para a obtenção de ovos e juvenis, e a fase de engorda é

monitorizada de forma a otimizar o crescimento. Aproveita-se o alimento natural existente no meio mas complementa-se a dieta com rações produzidas artificialmente (Henriques, 1998; FAO, 2010). Comparativamente com o regime anterior, aqui são utilizadas maiores densidades de cultivo.

O regime intensivo caracteriza-se pela utilização de elevadas densidades de organismos geralmente em tanques sintéticos, construídos em fibra de vidro ou betão. Caracteriza-se pela existência de um elevado índice de controlo sobre todos os parâmetros de produção (desde a reprodução e crescimento à qualidade da água), utilizando tecnologia e técnicas de manejo avançadas. A alimentação é assegurada exclusivamente por alimento artificial (Henriques, 1998; FAO, 2010).

1.2 Aquacultura no mundo

A aquacultura a nível mundial tem evoluído substancialmente nos últimos 50 anos. Em 2009 a produção mundial foi de 55.7 milhões de toneladas, mais 5.2% que no ano anterior, ou seja, 38.5% do total do consumo mundial de pescado. Em 2012 estima-se que esta seja maior do que 50%. A China como maior produtor mundial contribuiu, em 2009, com 80.2% do pescado consumido (Anexo II) (FAO, 2011a). Relativamente aos grupos de espécies produzidas, o grupo dos peixes, assim como o dos moluscos, assumem uma fatia importante na produção mundial (Figura 1), em que os dois grupos assumem mais de 85% da produção (FAO, 2011a).

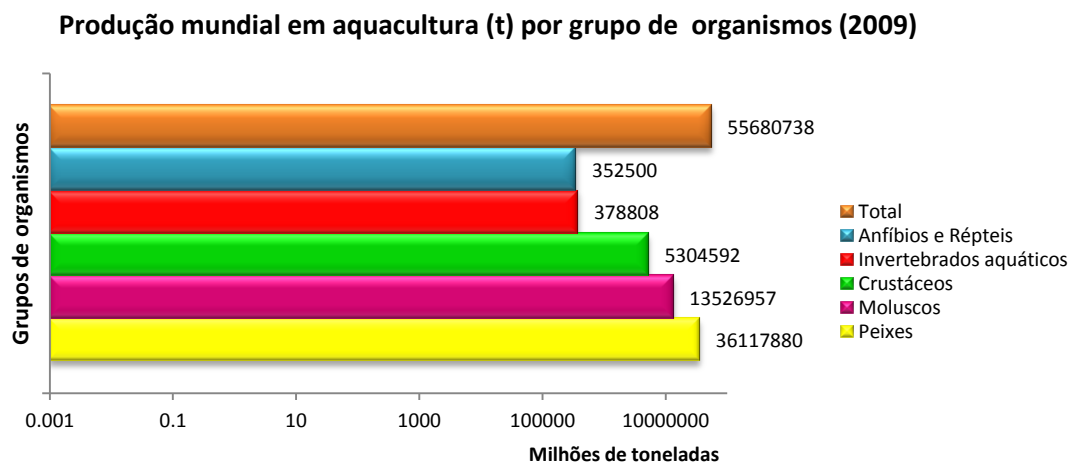


Figura 1: Produção mundial em aquacultura (t) por grupo de organismos, relativo ao ano de 2009, (FAO, 2011a).

A produção de peixes foi maioritariamente dominada por diversas espécies de carpas (71.1%) e a de moluscos foi essencialmente marcada pela produção de ostras (31.8%) e amêijoas (24.6%) (FAO, 2011a).

A produção mundial de 2009 correspondeu a um valor aproximado de 72.7 mil milhões de euros, sendo o grupo dos peixes e dos crustáceos os mais representativos (Figura 2) (FAO, 2011a).

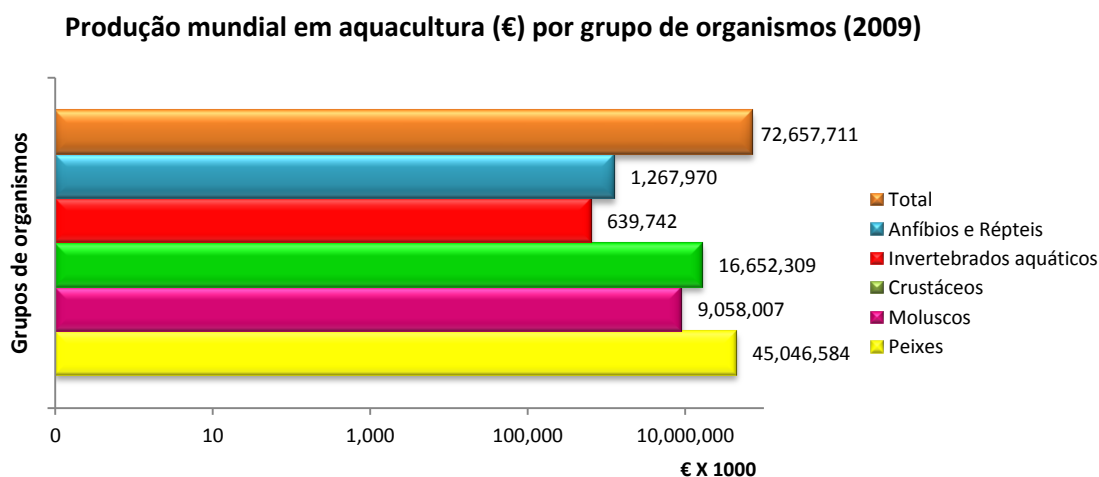


Figura 2: Produção mundial em aquacultura (€) por grupo de organismos, referente ao ano 2009 (FAO, 2011a).

1.3 Aquacultura em Portugal

No que diz respeito à aquacultura em Portugal esta só começou a desenvolver-se de uma forma mais intensa, a partir de 1986, ano em que Portugal aderiu à Comunidade Europeia (CE), obtendo acessibilidade a fundos comunitários, a certificados e a disponibilidade de locais para esta actividade. Essa disponibilidade esteve, e ainda está, interligada com o abandono da actividade salineira, permitindo a transformação das antigas salinas em tanques de cultivo piscícolas (Santinha, 1998).

Nos últimos anos a aquacultura tem tido um crescimento relativamente modesto em território nacional. Em 2009, a produção aquícola nacional foi de aproximadamente 8 mil toneladas, representando em valor 44 milhões de euros (Figura 3) (INE, 2011).

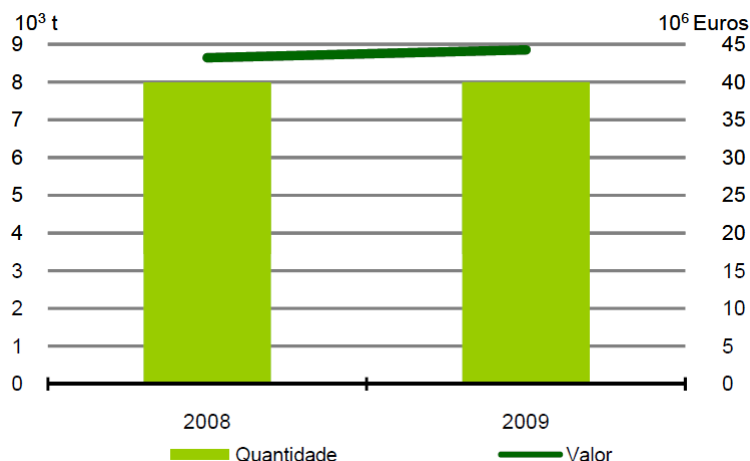


Figura 3: Produção nacional em aquacultura, referente aos anos de 2008 e 2009 e seu respectivo valor (INE, 2011).

A produção de peixe em águas salobras e marinhas em 2009, representaram cerca de 40% da produção total e 42% do seu valor, focando-se essencialmente na produção de dourada e pregado. Já a produção de moluscos bivalves, para o mesmo ano, representou aproximadamente 48% (3850t em 7993t de produção total) da produção total e 53% do seu valor (Figura 4). O regime de produção predominante é o extensivo, sendo essencialmente caracterizado pela produção de amêijoas e ostras (Anexo III) (INE, 2011).

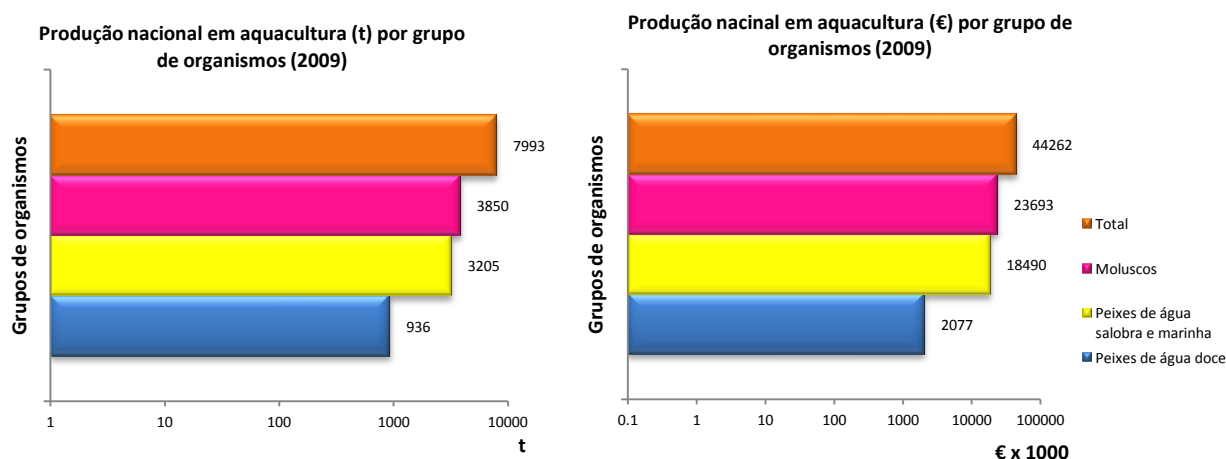


Figura 4: Produção nacional em aquacultura (t) e respectivo valor (€), por grupo de organismos, referente ao ano de 2009 (www.ine.pt).

A aquacultura em Portugal é dominada pela produção de moluscos (cerca de 50% da produção total) sendo este filo representando maioritariamente pela espécie amêijoas-boa (*R. decussatus*) (Figura 5; Anexo III, INE, 2011). A sua produção em 2009 atingiu as 2 mil toneladas e representou mais de 95% do valor da produção total de bivalves (22.162 milhões de euros de 22.984 milhões de euros produção total). Outra espécie importante na produção de bivalves é a ostra japonesa (*C. gigas*), em 2009 o seu cultivo atingiu 461 toneladas correspondendo a um valor de 829 mil euros (Figura 5; Anexo III, INE, 2011). Ambas as espécies apresentam um papel muito importante a nível local e nacional, pois promovem uma actividade estratégica que contribui de forma significativa para a manutenção das economias, constituindo um motor gerador de riqueza e emprego no litoral (pequenas e médias empresas) (Gonçalves, 2010).

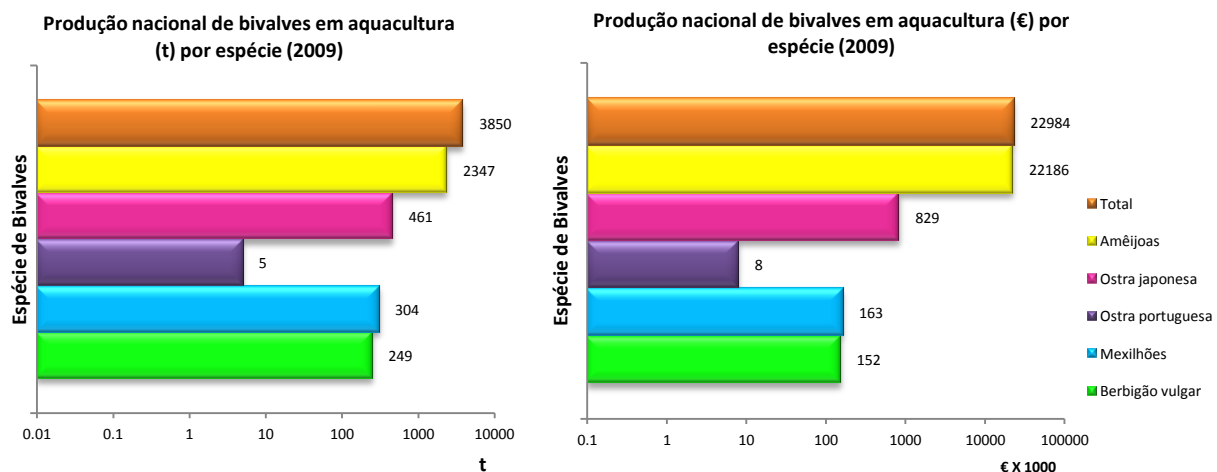


Figura 5: Produção nacional de bivalves em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente ao ano de 2009, (www.ine.pt).

É expectável que o crescimento observado na aquacultura mundial e nacional se mantenha no futuro, não só devido à escassez dos recursos piscícolas naturais, mas também, devido ao aumento contínuo da população humana, cerca de 1% por ano, promovendo assim, uma elevada pressão na procura de produtos piscícolas. Adicionalmente, importa referir que a aquacultura consegue fornecer produtos que a captura tradicional só garante pontualmente e a preços mais elevados. Exemplo disso é o caso de algumas espécies de peixes e bivalves tais como, o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a dourada (*Sparus aurata*), o pregado (*Psetta maxima*) a amêijoas (*R. decussatus*) e ostra (*C. gigas*). Torna-se então, imprescindível o aumento da produção aquícola, de forma a dar resposta a procura referida.

Actualmente, presencia-se um mercado de produtos de origem aquícola saturado, no que diz respeito a algumas espécies (dourada, robalo) promovendo uma quebra nos preços e no rendimento dos produtores aquícolas (Gonçalves, 2010; CE, 2011). Segundo a Comissão Europeia (2011), deve-se então promover o desenvolvimento de investigação e tecnologia, para assim aumentar a produção de produtos de elevada qualidade e segurança (protecção do consumidor), tendo em vista, o bem-estar animal e utilizando práticas de produção sustentáveis (ao nível ambiental). Estas medidas têm como objectivo diversificar a oferta, sendo estas necessárias para aumentar a competitividade e a rentabilidade da actividade aquícola, recorrendo a implementação de novas técnicas de manejo, de modo, a otimizar os cultivo tradicionais, e ainda, utilizando novas espécies de elevado valor económico cuja a produção possa ser alternativa ou complementar à aquacultura já existente.

1.3 Aquacultura de bivalves na Gafanha da Encarnação (Ria de Aveiro)

Em termos biológicos a Ria de Aveiro está documentada como um meio de grande produtividade, promovendo condições adequadas para o ciclo de vida de algumas espécies. Proporciona, ainda, um habitat apropriado para espécies de peixes e invertebrados comercialmente importantes, trazendo um especial interesse para o desenvolvimento de actividades antropogénica, envolvendo a exploração dos recursos. Os bivalves são o recurso explorado mais importante na Ria de Aveiro, apresentando uma importância económica para a população que a rodeia. A produção de bivalves em 2006, foi de cerca de 363 toneladas, correspondendo a um valor aproximado de 374 mil euros (DrapCentro, 2008).

A aquacultura de bivalves na Gafanha da Encarnação teve inicio em 1995, aquando a primeira atribuição de lotes em concurso pela junta autónoma do Porto de Aveiro. As espécies produzidas dependeram da disponibilidade do mercado da altura. Um dos tipos de cultivo aqui realizado é o cultivo sobre elevação que se realiza na zona entre marés e é denominado de cultivo em mesas (Figura 6). Este efectua-se com o auxílio de estruturas metálicas, com uma altura e largura de 60 centímetros em talhões de 28 metros de comprimento, no qual são fixos os sacos ostreícolas (a malhagem depende do tamanho das ostras). Entre cada dois talhões é deixado um espaço de aproximadamente três metros para a navegação de pequenas embarcações que auxiliam a produção. Os sacos devem ser dispostos contra a corrente (ou

seja, perpendiculares à corrente) para assim evitar a acumulação de lamas no seu interior, e promover uma maior área de contacto, conseqüentemente, uma maior filtração dos bivalves.



Figura 6: Viveiros da Gafanha da Encarnação, na maré baixa, situado no Canal de Mira da Ria de Aveiro. Área destinada ao projecto.

A semente (2-4 mm) é geralmente obtida em França, sendo posteriormente colocada nos viveiros em sacos ostreícolas de 4 mm, permanecendo nestes cerca de 7/8 meses, num período de pré-engorda decorrendo até à primeira escolha na qual se separam as ostras maiores das mais pequenas. As maiores, designadas de primeira escolha, são colocadas em sacos ostreícolas de 13 mm de malha. Estas ostras são denominadas de "fast growers" (IPIMAR, 2008).

A fase de engorda realiza-se entre os 8 meses e os 3 anos, após a entrada das ostras no viveiro. As escolhas, efectua-se consoante o crescimento das ostras para a obtenção do tamanho comercial (80-100 mm). Na primeira escolha desta fase, ao fim de 10 meses, seleccionam-se as ostras de crescimento mais rápido. Uma segunda escolha efectua-se ao fim de 16 meses, e uma terceira escolha, ao fim de 28 meses (ou seja, 3 anos após a entrada das ostras no viveiro), onde são seleccionadas as ostras com crescimento mais lento. (IPIMAR, 2008).

Em todas as fases do crescimento das ostras os sacos ostreícolas têm de ser "virados e batidos" de forma a, remover as projecções produzidas pela concha ao longo do crescimento, evitar que as ostras se agremem ao saco e ainda diminuir o crescimento de algas no mesmo.



Durante o inverno os sacos ostreícolas têm de ser voltados todos os meses devido a correntes mais fracas e a uma menor amplitude de marés (ocorre um maior crescimento algal no exterior dos sacos). Por outro lado, no verão as correntes e marés são maiores, ou seja, ocorre uma maior limpeza dos sacos, havendo apenas a necessidade de os voltar de dois em dois meses (a exposição excessiva ao sol não permite que as algas cresçam). Neste tipo de cultivo é importante salientar que os espécimes encontram-se expostos a vários tipos de stress ambiental, tal como, o sol, a chuva, o vento, variações de salinidade e temperatura e ainda, dessecação. A percentagem de sobrevivência média observada pelos aquacultores no cultivo da ostra, nos últimos anos, é de cerca de 30% (P. Fonseca e P. Ribau, comunicação pessoal).

Outro tipo de cultivo de bivalves efectuado na Gafanha da Encarnação é o cultivo de amêijoas no sedimento. A semente (4 mm), geralmente obtida em França em maternidades, é posteriormente "semeada" no sedimento, mais concretamente nos espaço que se encontram entre as mesas de cultivo das ostras. Este tipo de cultivo não necessita de manutenção regular, uma vez que as amêijoas estão dispostas directamente no sedimento, obtendo o seu próprio alimento aquando da subida da maré. Ao longo de todo o seu crescimento, o aquacultor realiza pequenas amostragens para observar a sua condição (dado estar dependente dos factores biológicos e ambientais, tais como, a presença de predadores, como peixes e caranguejos, quantidade de alimento disponível e a qualidade da água e do solo). Geralmente, após cerca de 24/30 meses, as amêijoas atingem o tamanho comercial, efectuando-se a sua apanha com o auxílio de ancinhos e/ou ganchorras. A percentagem de sobrevivência média observada pelos aquacultores no cultivo da amêijoa é de cerca de 50% (*op cit.*).

O cultivo em mesas apresenta na Ria de Aveiro uma elevada importância social e económica. No entanto, é um tipo de cultivo que têm inúmeras fraquezas e limitações, pois recorre a mesma tecnologia utilizada à 20 anos. A mão-de-obra utilizada é pouco experiente (moradores locais) e está condicionada ao período de baixa-mar (Schuller, 1998).

Este tipo de cultivo tem um impacto visual negativo bastante acentuado durante a baixa-mar, devido à presença das mesas de cultivo e aos odores que se fazem sentir pelo excesso de matéria orgânica no sedimento. Os detritos produzidos pelas ostras no cultivo em mesas, promove um empobrecimento da macrofauna existente, proporcionando uma alteração ou

substituição de espécies no sedimento por baixo das mesas de cultivo (Costa, 2011). É importante ainda referir que a mortalidade evidenciada actualmente nos viveiros da Ria de Aveiro, deve-se essencialmente à quantidade de sedimento derivado da produção de ostra nas mesas.

Actualmente, a disponibilidade de lotes para a produção de bivalves em mesas é bastante limitada, sendo muito provável que na próxima década não existam concessões para este modo de cultivo, devido aos impactos ambientais referidos anteriormente. Portanto, há uma necessidade crescente de implementar técnicas alternativas ao cultivo em mesas, de modo a minimizar os impactos ambientais que já se verificam na Ria de Aveiro.

1.4 Biologia das espécies: ostra japonesa (*C. gigas*) e amêijoia-boia (*R. decussatus*)

Ambas as espécies utilizadas neste trabalho são moluscos bivalves que ocupam um lugar de destaque na produção aquícola nacional, sendo esta a classe de moluscos com maior sucesso de cultivo. Os bivalves podem ser encontrados nas zonas intertidais e em águas pouco profundas. Apresentam simetria bilateral e uma concha externa formada por duas valvas unidas por um ligamento (Pinto, 1998).

Classificação taxonómica da ostra japonesa, segundo Species 2000 & ITIS Catalogue of life:

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Subclasse: Pteriomorpha

Ordem: Ostreoida

Família: Ostreidae

Género: *Crassostrea*

Espécie: *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)



Figura 7: Ostra japonesa (*C. gigas*)

A ostra japonesa (Figura 7) é uma espécie caracterizada pela presença de uma concha definitiva, mais ou menos alongada de cor, geralmente esbranquiçada, com muitas estrias e manchas roxas irradiando ao longo do umbo. O interior da concha é branco, com impressões musculares densamente pigmentadas, mas nunca roxa ou preta. A valva esquerda é côncava e a direita mais ou menos plana, variando a sua forma com o ambiente (Vilela, 1975; FAO, 2011b).

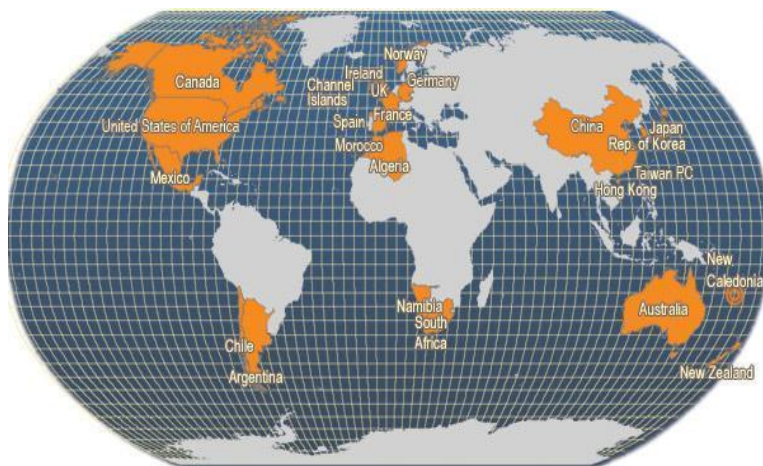


Figura 8: Distribuição mundial do cultivo de ostra japonesa (*Crassostrea gigas*); site: www.fao.org.

Crassostrea gigas (Figura 7) é um molusco bivalve endêmico do Japão, que foi introduzida um pouco por todo o mundo para aquacultura (Figura 8). Esta espécie tem tido grande sucesso devido às suas características biológicas que lhe permitem resistir a grandes amplitudes quer de salinidade (12 - 35) quer de temperatura (5 - 30°C), sendo deste modo uma espécie eurihalina e euritérmica. Dotada de

um rápido crescimento, esta espécie pode ser encontrada em zonas intertidais e/ou subtidais de estuários e/ou de zonas costeiras (Lapègue *et. al*, 2006; Schuller, 1998). Geralmente prefere fundos rochosos, nos quais se fixa, mas também está presentes em fundos lodosos e arenolodosos (Ferreira, 2003; FAO, 2011b).

Quanto às ostras, estas são organismos filtradores que consomem uma grande variedade de espécies fitoplantónicas, bactérias, e outros componentes presentes na água que as envolve (Lapègue *et. al*, 2006). Uma ostra adulta (80 -150 mm de comprimento) pode filtrar até 10 L de água por hora. Estas têm como alimento preferencial microalgas castanhas e diatomáceas, devido ao seu tamanho, digestibilidade e valor nutricional (Lovatelli, 2004).

Crassostrea gigas é um hermafrodita protândrico, isto é, inicialmente são machos e depois tornam-se fêmeas. Esta mudança está geralmente relacionada com o aumento de tamanho ou idade, representando, possivelmente, uma adaptação que conduz a uma maior fecundidade.

Em espécies protândricas como a ostra japonesa o sexo mais abundante na população é sempre o primeiro (macho) (Bell, 2005; Dias, 2008). A ostra japonesa é ovípara, possuindo um sistema reprodutor simples constituído apenas pelas gónadas. Quando as condições de temperatura (18-26°C) e salinidade (25-35) da água são favoráveis e as gónadas se encontram maduras, estas libertam os gâmetas para a coluna de água, sendo estes posteriormente fertilizados (Lovatelli, 2004). Cada fêmea, por desova, liberta cerca de 50 a 100 milhões de ovos (FAO, 2011b).

Interesse comercial da *C. gigas*

Desde há muito tempo que a *C. gigas* é uma espécie de elevado interesse alimentar, fazendo parte da dieta de muitos países em desenvolvimento como um produto de grande valor nutricional e a baixo custo. Esta possui também um grande valor ao nível comercial, não só através da venda do produto final, mas também através da venda da semente para engorda (Ferreira, 2003).

Produção mundial da ostra japonesa (*Crassostrea gigas*)

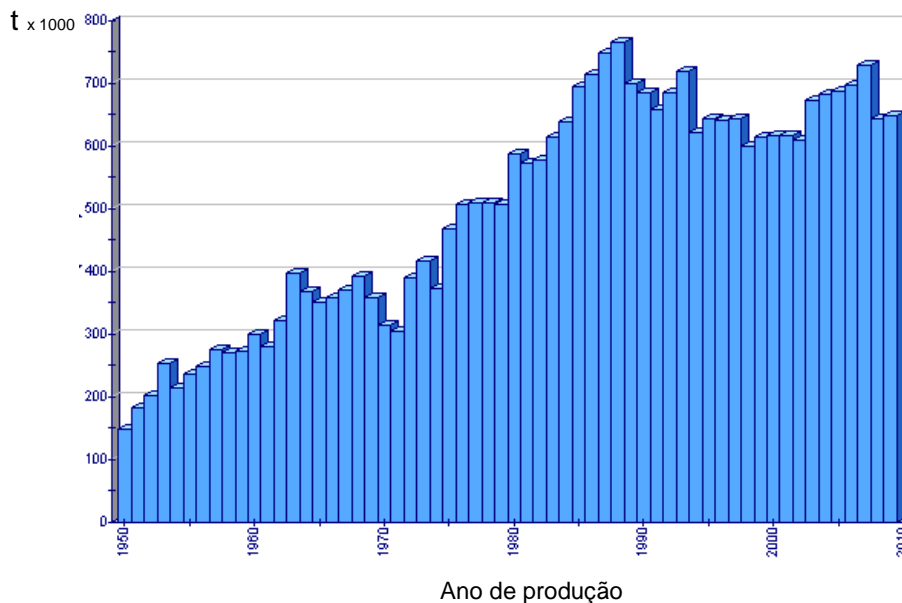


Figura 9: Produção mundial da ostra japonesa (*C. gigas*), site:www.fao.org.

Segundo a FAO (2011b) a produção mundial em 2009, para esta espécie, foi de aproximadamente 649 mil toneladas (Figura 9), correspondendo a um valor de 789 milhões de

euros. Actualmente o maior produtor de ostra japonesa é a China, sendo a França o maior consumidor.

Em Portugal, a ostra japonesa é uma espécie com grande relevo, para a economia local e nacional. No entanto e apesar da sua importância, a produção não se tem apresentado regular. A elevada taxa de mortalidade na semente (que pode atingir os 80 %) é uma das principais causas para as flutuações de oferta deste produto.

A produção nacional de ostra japonesa em 2009 foi de 461 toneladas, como já referido anteriormente, correspondendo a um valor de 829 mil euros (Figura 10; DGPA, 2011, INE, 2011). A produção localiza-se essencialmente nas zonas algarvias, Ria Formosa e Ria de Alvor, e na zonas aveirenses, Ria de Aveiro. Contudo, apenas uma percentagem residual fica destinada ao mercado interno, pois aproximadamente 98% desta produção é exportada para França (INE, 2011).

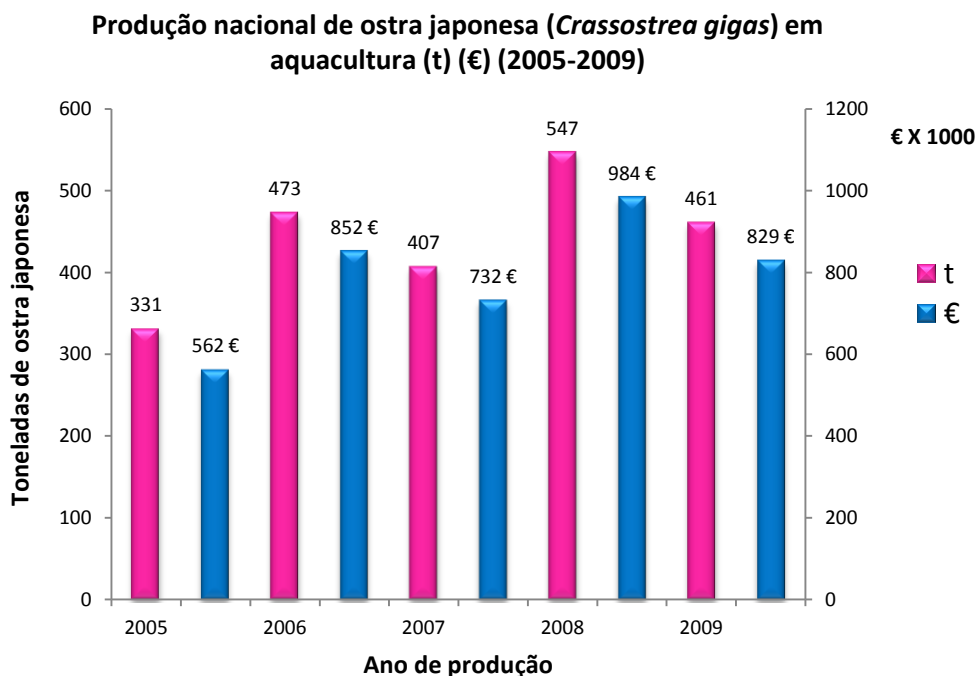


Figura 10: Produção nacional de ostra japonesa (*C. gigas*) em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente aos anos de 2005 a 2009; site:www.ine.pt.

Classificação taxonómica da amêijoia-boá, segundo Species 2000 & ITIS Catalogue of life:

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Ordem: Veneroida

Família: Veneroidae

Género: Veneridae

Sub-Género: *Ruditapes*

Espécie: *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758)



Figura 11: Amêijoia-boá (*R. decussatus*).

A amêijoia-boá (Figura 11) é caracterizada pela sua cor amarelada com manchas castanhas. Apresenta estrias radiais e concêntricas, dando à concha um aspecto de rede. Geralmente atinge 70-80 mm de comprimento (Schuller,1998).



Ruditapes decussatus distribui-se desde o canal da Mancha, toda a costa atlântica e mediterrânica até ao Norte de África, podendo ainda ser encontrada em pequenos grupos na Dinamarca e na Noruega (Figura 12).

Figura 12: Distribuição natural da amêijoia-boá (*Ruditapes decussatus*); site: www.fao.org (consultado: 21/07/11).

No que diz respeito à produção, *R. decussatus* é cultivada maioritariamente ao longo de toda a costa atlântica de França, Espanha Portugal e na bacia mediterrânica (Figura 13; Schuller, 1998; FAO 2011b).

Segundo Vilela (1950), é uma espécie euritérmica e eurihalina que habita zonas abrigadas do litoral, tais como, rias, lagoas e embocaduras de rios. Tem preferência por substratos arenosos de

gravimetria média e fina, mais ou menos vasosa. Vive enterrada no sedimento a uma profundidade máxima de 10 a 12 cm, consoante o seu tamanho. A sua distribuição vertical está intimamente relacionada com a consistência do sedimento, a densidade populacional, o estado físico dos indivíduos e com o tamanho dos sífoes (Pereira, 2008).

A amêijoia-boia é um organismo filtrador, tal como as ostras, com capacidade de ingerir diversas partículas suspensas na água (ex: bactérias, protistas, fitoplâncton, ovos e larvas de invertebrados) (Pereira, 2008). É uma espécie gonocórica com reprodução dióica, na qual as fêmeas produzem oócitos e os machos espermatozóides. A fecundação é externa e ocorre na coluna de água (Camacho, 1980; FAO, 2011b).



Figura 13: Principais produtores de amêijoia-boia (*R. decussatus*); site: www.fao.org.

Interesse comercial da *R. decussatus*

A amêijoa-boia, apesar do seu elevado valor económico, é uma espécie com um grande consumo mundial. É uma das espécies de bivalves mais conhecidas e apreciadas, especialmente nas zonas costeiras do Sul da Europa (como por exemplo, Sul de Portugal, Espanha, França, Itália e Tunísia), em que a sua exploração natural deixou de satisfazer as exigências do mercado. Tal obrigou ao cultivo da espécie como forma de dar resposta a um mercado em crescimento.

Segundo a FAO (2011b), a produção mundial da amêijoa-boia em aquacultura no ano de 2009 foi cerca de 3.5 mil toneladas (Figura 14), correspondendo a um valor de 21.6 milhões de euros.

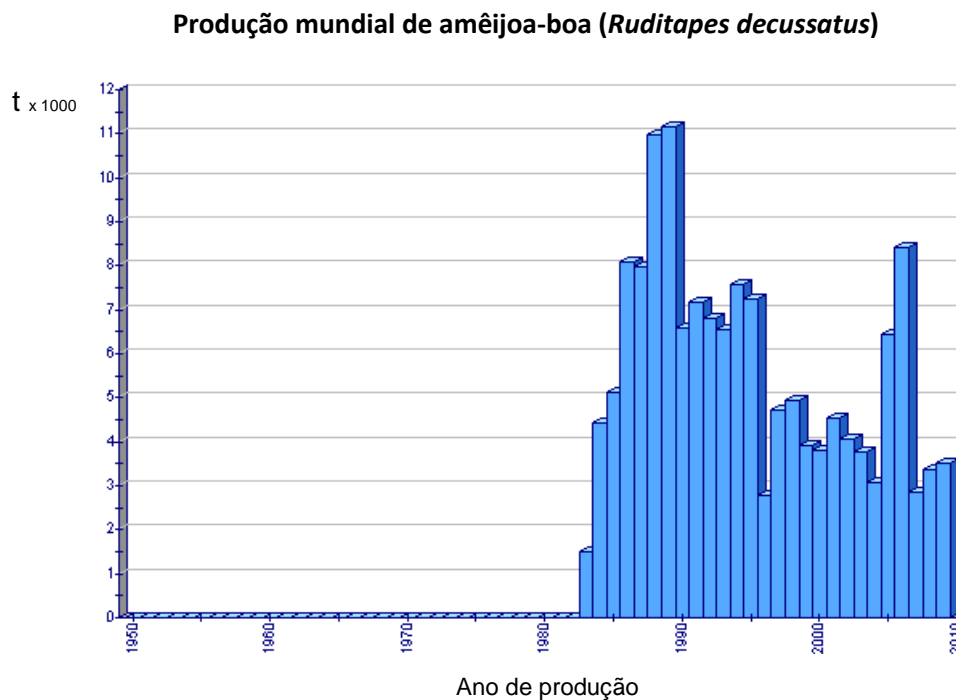


Figura 14: Produção mundial da amêijoa-boia (*R. decussatus*), site:www.fao.org.

Em Portugal, esta é a espécie de bivalve mais produzida. Segundo a Direcção Geral da Pescas e Aquacultura (DGPA, 2011), a produção da amêijoa-boia relativamente ao ano de 2009 foi 2347 toneladas e obteve um valor de 22 milhões de euros (Figura 15; INE, 2011). Aproximadamente 70% da produção nacional é exportada para Espanha, sendo o restante destinado ao abastecimento do mercado interno.

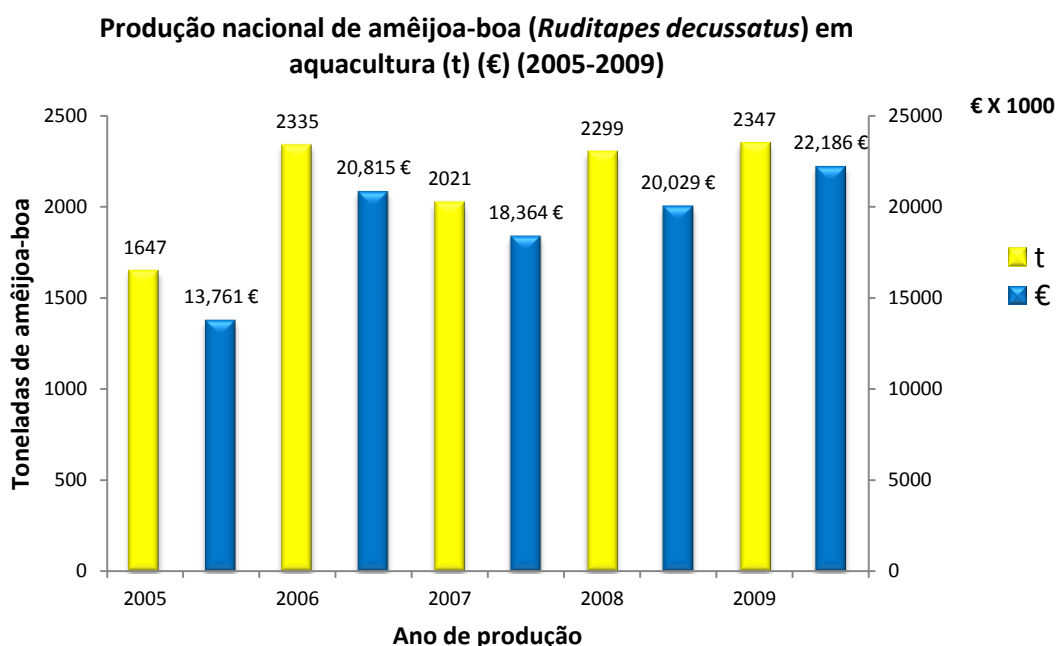


Figura 15: Produção nacional da amêijoa-boia (*R. decussatus*) em aquacultura (t) e seu respectivo valor (€), referente aos anos de 2005 a 2009; site:www.ine.pt.

As zonas costeiras portuguesas, permitem à ostra e a amêijoa ter um crescimento quase contínuo durante todo o ano, embora seja, mais lento nos meses de Inverno (Schuller, 1998). Este padrão de crescimento encontra-se intimamente ligado com a hidroclimatologia costeira e com o afloramento costeiro. O afloramento consiste na ascensão de águas frias ricas em nutrientes nas zonas costeiras, proporcionando um aumento de produção primária, o que promove uma maior disponibilidade de alimento às duas espécies na Primavera e no Verão. As zonas ideais para a produção de bivalves devem conter correntes compreendidas entre os 0.5 e 1 m/s (ou inferior a este valor desde que apresentem uma boa renovação de água) (Schuller, 1998).

1.5 Objectivo

Este trabalho tem como objectivo principal, a avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com ênfase para a ostra japonesa (*C. gigas*) e a amêijoa-boia (*R. decussatus*).

Objectivos específicos:

Objectivo 1

Comparar a sobrevivência e o crescimento (peso) das ostras, em monocultivo suspenso na coluna de água relativamente ao seu posicionamento face à corrente (contra e a favor) e ao seu posicionamento vertical na estrutura de produção (nível), simultaneamente.

Objectivo 2

Avaliar o efeito do policultivo (amêijoa-boia no nível superior da estrutura de cultivo, nível 1 e amêijoa-boia no nível inferior da estrutura de cultivo, nível 5) na sobrevivência e no crescimento das ostras em comparação com os bivalves do monocultivo suspenso na coluna de água, relativamente à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (nível 2, nível 3 e nível 4), em simultâneo.

Objectivo 3

Avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo (sacos suspensos na coluna de água vs. mesas), relativamente à sobrevivência e ao crescimento das ostras.

Objectivo 4

Comparar a sobrevivência e crescimento das amêijoas do policultivo suspenso na coluna de água, relativamente à sua posição vertical na estrutura de cultivo (nível superior da estrutura de cultivo, nível 1 e nível inferior da estrutura de cultivo, nível 5).



IPL

escola superior de turismo
e tecnologia do mar
instituto politécnico de leiria

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – IPL
Mestrado Aquacultura

2. Material e métodos

2.1. Localização das áreas em estudo: Ria de Aveiro

A Ria de Aveiro é uma laguna costeira mesotidal situada no litoral centro da costa portuguesa (40°38'N, 8°45'W). A sua formação remonta ao século X, com o depósito de sedimentos paralelos à linha da costa, que deu origem a uma barreira arenosa interpondo-se entre a baía, na altura existente, e o mar (Morgado et. al., 2009).

Na sua configuração actual (Figura 16), a Ria é um complexo sistema lagunar de águas pouco profundas cruzado por uma intrincada rede de canais, valas e esteiros, composta por quatro braços principais, três segundo a direcção Norte-Sul (o Canal de Mira, o Canal de S. Jacinto-Ovar, o Canal de Ílhavo) e um na direcção Este-Oeste (Canal Espinheiro) (Dias, 2009), tendo apenas uma única ligação com o Oceano Atlântico, a embocadura da Barra



Figura 16: Ria de Aveiro, os seus canais e a embocadura da barra ; site:www.googleearth.com.

A Ria tem uma área compreendida entre os 83 km² (preia-mar) e os 66 km² (baixa-mar), com uma largura máxima de 8.5 km² na zona central, um comprimento com cerca de 45 km e uma profundidade média de aproximadamente 1 m (relativamente ao zero hidrográfico) (Dias et al, 2000). As maiores profundidades (30 m) estão registadas na zona da embocadura

(Figura 16), assim como, nos canais de navegação (aproximadamente 10m). Ambas são mantidas artificialmente, através de dragagens e manutenção (Dias e Lopes, 2006). O factor que apresenta maior influência na circulação da Ria é o ciclo de marés, sendo o volume de água do mar que entra no estuário em cada maré de $25 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1 m de amplitude de maré) até $96 \times 10^6 \text{ m}^3$ (3 m de amplitude de maré). Relativamente à preia-mar e baixa-mar, as correntes de enchente e vazante apresentam, respectivamente, atrasos de 90 minutos e de 110 minutos. Além disso, existem ainda vários rios que desaguam na Ria, sendo o Rio Vouga o de maior caudal, contudo, o fluxo total de água doce, no mesmo período de tempo, atinge apenas os $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Dias et al, 2003).

A Ria de Aveiro tem uma geometria bastante complexa que compreende um ecossistema altamente produtivo, caracterizado pela presença de sapais, marinhas de sal e canais meandrizados de dimensão reduzida. Como tal, esta elevada produtividade proporciona à população circundante um meio de subsistência de enorme relevância. Contudo, estes ecossistemas são ameaçados pela ocupação dos terrenos adjacentes, pela poluição e por outros tipos de perturbação de causa humana (Morgado *et al.*, 2009).

Encontra-se em execução um programa que analisa a salubridade das zonas de produção de moluscos bivalves vivos (MBV), na Ria de Aveiro, sendo, desenvolvido pelo INRB, I.P./IPIMAR, que analisa os parâmetros microbiológicos, químicos e biotoxinas.

A Ria de Aveiro, obteve pelo Despacho nº 19961/2008, de 28 de Julho, uma classificação B para o Canal de Mira e Canal de São Jacinto, e uma classificação C para o Canal de Ílhavo e Canal Principal/Espinheiro. Ambas as classificações não permitem o consumo directo de bivalves provenientes da apanha destas áreas. No caso da classificação B, os bivalves terão de passar primeiro por um centro de depuração, onde eliminarão a contaminação de natureza bacteriana. No caso da classificação C, os bivalves provenientes desta área terão de ser transpostos para uma zona de classificação A durante dois meses, sendo, posteriormente encaminhados para um centro de depuração. Após estes procedimentos, os bivalves poderão ser consumidos directamente ou em conserva (Moreira 2008; Anexo I).

O canal de Mira desenvolve-se a partir da embocadura em direcção ao sudeste, paralelo à costa, com uma extensão aproximada de 20 km e uma largura máxima de 1 km. Apresenta

uma profundidade máxima de 9 m, junto da embocadura, e raramente inferior a 0,5 m no seu final (correspondendo a 2/3 do canal). Este canal, tal como toda a Ria, é altamente produtivo devido à sua riqueza em nutrientes. As espécies principais desta produção primária são as diatomáceas e os dinoflagelados. As diatomáceas assumem protagonismo, dado que apresentam uma maior abundância e rápido crescimento (Saraiva, 2005). Neste sentido, tornam-se bastante importantes para a produção de bivalves neste canal, pois são o alimento preferencial dos mesmos. O facto das diatomáceas serem parte integrante da dieta dos bivalves está relacionado com o seu tamanho (maiores do que a maior parte dos organismos fitoplântónicos) e por possuírem uma parede siliciosa, composto importante para a segregação da concha nos bivalves (Pombo, 2008).

Este trabalho realizou-se no Canal de Mira, mais precisamente, no Clube de Vela Costa Nova (Figura 17 à esquerda) e nos viveiros da Gafanha da Encarnação (bruxa) (Figura 17 à direita). Ambos os locais foram seleccionados por apresentarem um conjunto de factores favoráveis ao crescimento dos bivalves, tais como, elevada produtividade e correntes de água favoráveis locais assumindo uma boa renovação de água. É importante ainda salientar que os locais em causa (Clube de Vela Costa Nova e viveiros da Gafanha da Encarnação) são zonas de fácil acesso, facilitando a colheita do produto adquirido do final de cada produção.



Figura 17: Clube de Vela Costa Nova, situado no Canal de Mira da Ria de Aveiro. A área do projecto encontra-se destacada a vermelho; site:www.googleearth.com.

2.2. Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi baseada no método de cultivo australiano. Este foi idealizado para obter uma maior eficiência na produção das ostras e para conseguir resistir a condições ambientais extremas, tais como, vento e ondulação fortes (Nell, 2002). O método australiano consiste na produção de ostras em sacos cilíndricos policarbonados suspensos na coluna de água através de ganchos fixos em cabos de aço, na zona intertidal. Estes ganchos permanecem em tensão, suportando geralmente três cilindros entre duas estacas de madeira enterradas no solo. Em algumas zonas intertidais, dependendo da profundidade e da capacidade de renovação de água, podem ser utilizados dois ou três andares de cilindros perfazendo, na mesma área, seis ou nove cilindros entre duas estacas (Nell, 2002). Os cilindros mantêm-se sempre submersos independentemente da altura de maré o que permite um maior contacto da ostra com o alimento. O método aqui descrito é utilizado, quer para a realização da pré-engorda, quer para a engorda das ostras, apenas variando o tamanho da malhagem do cilindro (BIM, 2003). A selecção dos locais de cultivo é feita com base na profundidade e corrente da maré, com preferência em zonas estuarinas ricas em nutrientes e com elevada produtividade, como a Ria de Aveiro.

Ao iniciar o projecto surgiu a necessidade de realizar diversas adaptações ao referido método. De entre estas, destacam-se, adaptações relacionadas com o local, o material disponível, e os recursos financeiros para a execução do projecto.

O sucesso do método australiano ao nível da produção de ostra, assim como a sua ampla utilização em toda a Austrália e Nova Zelândia, estão na base da escolha desta técnica para o projecto aqui descrito. Por outro lado, refira-se uma vez mais, que o objectivo principal da investigação é conseguir um bom crescimento e sobrevivência da ostra, tal que poderá ser alcançado recorrendo a um método inovador de produção na Ria de Aveiro.

De forma a ter uma aproximação o mais fidedigna possível com método australiano, todo o material utilizado foi devidamente adaptado. Para o fabrico dos sacos suspensos utilizaram-se os sacos normalmente usados no cultivo em mesas. Adicionalmente, recorreu-se ao auxílio de estruturas metálicas, colocadas no seu interior, para assim aumentar a área disponível no interior dos sacos e evitar que as ostras colapsassem durante o cultivo. Os sacos foram

fechados com o auxílio de três ganchos metálicos, para evitar qualquer perda de bivalves durante o cultivo, nomeadamente aquando dos períodos de maneo (Figura 18).



Figura 18: Saco ostreícola fechado com armação metálica interna.

Para maximizar o espaço disponível na água ao longo do Clube de Vela Costa Nova, foram efectuados conjuntos de 5 sacos (5 níveis) (Figura 19) fixos por ganchos de arame a dois cabos (um de cada lado do saco). Entre cada saco do conjunto deixou-se um espaço de 10 a 20 cm de forma à corrente poder fluir e "limpar" qualquer tipo de matéria produzida pelas ostras (e assim, não prejudicar os sacos inferiores).



Figura 19: Conjunto de cinco sacos ostreícolas com armação metálica interna preparados para o projecto.

Os conjuntos foram fixos, com o auxílio de dois ganchos, num cabo de aço em tensão, entre os dois prumos do pontão. Entre os conjuntos deixou-se um espaço de 50 a 60 cm, minimizando a ocorrência de qualquer interferência entre conjuntos adjacentes (Figura 20).



Figura 20: Dois conjuntos de cinco sacos ostreícolas com armação metálica interna, dispostos contra a corrente, localizados por baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova, fixos num cabo de aço.

A semente de ostra japonesa (2-4 mm) cultivada na Ria de Aveiro é geralmente obtida em França, na zona de Le Croisic, a norte de Sain Nazeire. Esta é adquirida através de tubos de captação no meio natural. Após a sua chegada à Ria de Aveiro, esta foi colocada em sacos ostreícolas de 4 mm de malha, e disposta nas mesas de cultivo dos viveiros da Gafanha da Encarnação durante dois dias, ou seja, até ao início do cultivo suspenso. A semente de amêijoia-boia (4 mm) foi obtida numa maternidade francesa perto de Bordéus. Após a sua recepção foi colocada em sacos ostreícolas de 4 mm de malha e disposta no sedimento do viveiro da Gafanha da Encarnação, no qual permaneceu aproximadamente um mês até ao início da experiência.

2.3. Procedimento experimental de cultivo

Para a realização deste trabalho utilizou-se 50000 sementes de ostra japonesa (*C. gigas*) e 5000 sementes de amêijoa-boia (*R. decussatus*) (Anexo IV) . As ostras foram divididas em cinco grupos, quatro dos quais destinados ao cultivo suspenso na coluna de água, sendo o quinto grupo destinado ao cultivo em mesas. Os grupos do cultivo suspenso na coluna de água foram: o monocultivo contra a corrente, o monocultivo a favor da corrente, o policultivo com amêijoa no saco de baixo e o policultivo com amêijoa no saco de cima (Figuras 21 e 22). Cada grupo foi constituído por conjuntos de cinco sacos, replicado cinco vezes. O grupo das ostras do cultivo em mesas efectuou-se em monocultivo sendo constituído por saco ostréícola, replicado cinco vezes (Figura 23).

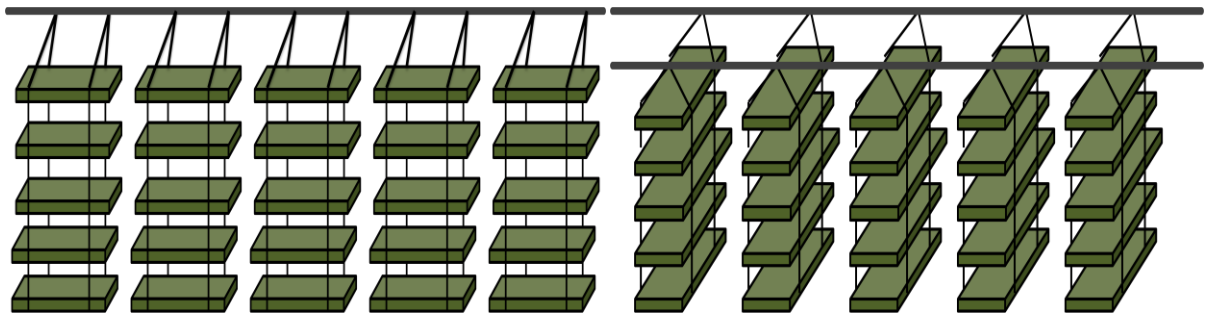


Figura 21: Monocultivo de ostra japonesa (*C. gigas*) contra e a favor da corrente.

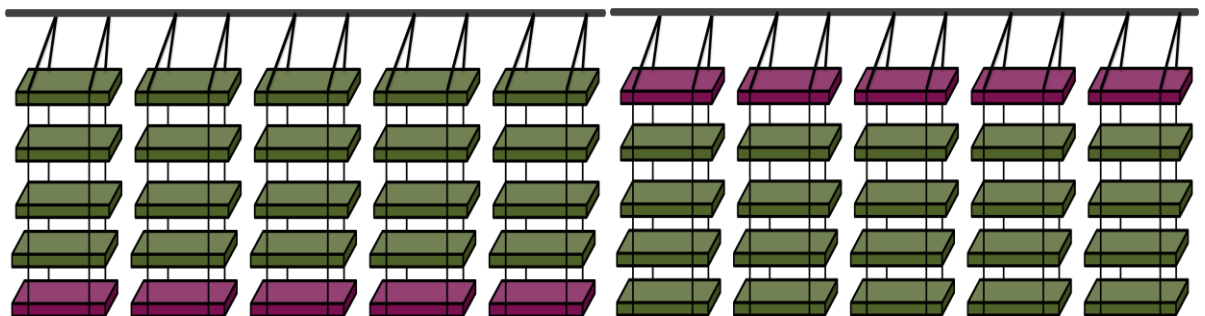


Figura 22: Policultivo de ostra japonesa (*C. gigas*) com amêijoa-boia (*R. decussatus*) no saco de baixo e policultivo de ostra japonesa (*C. gigas*) com amêijoa-boia (*R. decussatus*) no saco de cima.

Legenda:

- Ostra japonesa (*Crassostrea gigas*)
- Amêijoa-boia (*Ruditapes decussatus*)

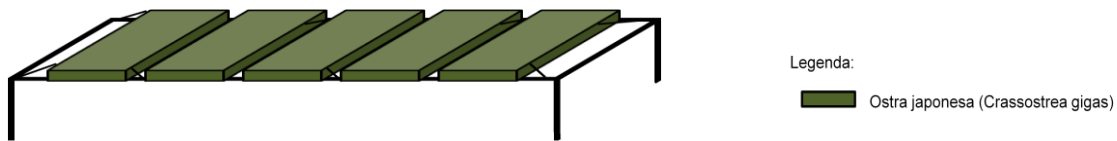


Figura 23: Monocultivo de ostra japonesa (*C. gigas*) contra a corrente.

No início da experiência retiraram-se as sementes que se encontravam no viveiro da Gafanha da Encarnação (Figura 24), sendo estas transportadas até ao Clube Vela Costa Nova. Local onde se deu início ao processo de escolha, de modo a garantir que todos os indivíduos utilizados estavam vivos (Figura 25).



Figura 24: Viveiros da Gafanha da Encarnação.



Figura 25: Semente de ostra japonesa (*C. gigas*) e amêijoas-boas (*R. decussatus*).

Após a escolha dos indivíduos, colocaram-se 500 ostras em cada um dos 90 sacos, previamente preparados para o cultivo suspenso (com estrutura metálica interna), e 500 amêijoas em cada um dos 10 sacos, também previamente preparados para o cultivo suspenso. De seguida, de forma a cumprir os objectivos pretendidos, os sacos foram correctamente agrupados nos conjuntos anteriormente referidos (Figura 25).

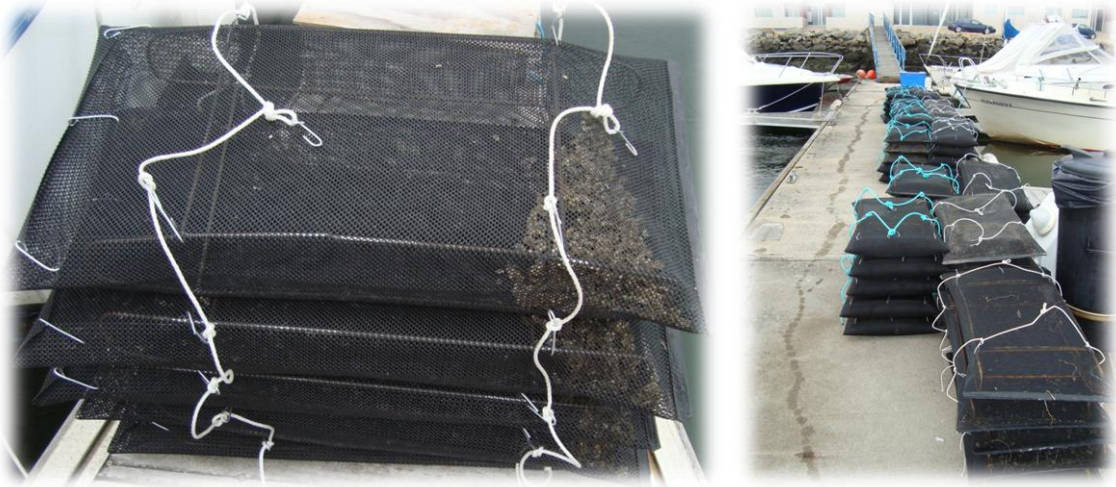


Figura 25: Conjuntos de sacos ostreícolas com armação metálica interna, prontos para a sua colocação debaixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova.

Colocaram-se os sacos contendo os bivalves para cultivo suspensos na coluna de água por baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova, ficando os conjuntos suspensos e fixos a dois cabos de aço, previamente colocados em tensão para o efeito (Figura 26).

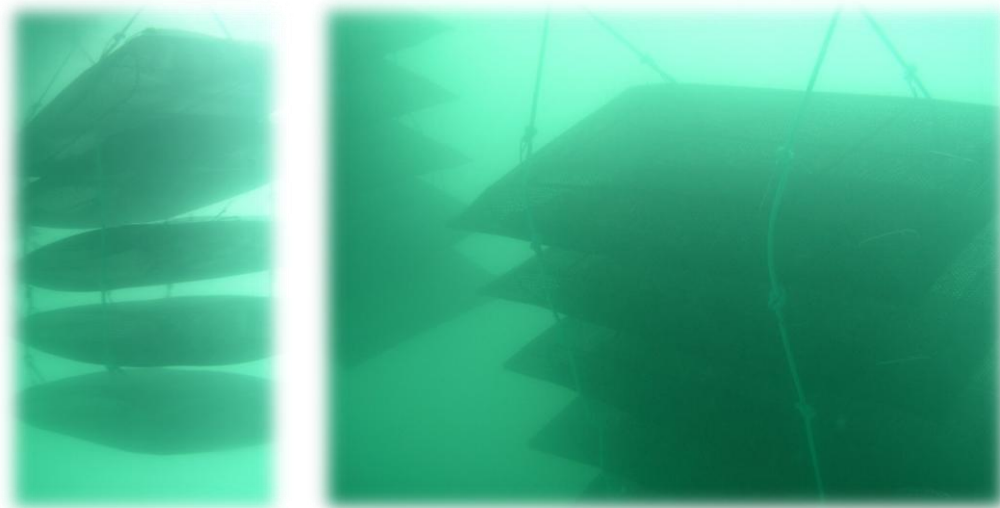


Figura 26: Conjuntos de sacos ostreícolas suspensos na coluna de água, por baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova, no início da experiência.

Nos viveiros da Gafanha da Encarnação colocaram-se 500 ostras em 5 sacos (previamente preparados para o cultivo em mesas), e com o auxílio de elásticos fixaram-se os 5 sacos numa mesa ostreícola, para assim se proceder ao cultivo (Figuras 27 e 28).



Figura 28: Cultivo em mesas com semente de ostra japonesa (*C. gigas*).



Figura 27: Saco ostreícola preparado para o cultivo em mesas com semente de ostra japonesa (*C. gigas*)

A experiência foi realizada entre 1 de Junho a 18 de Novembro de 2010.

Relativamente ao cultivo suspenso na coluna de água, a monitorização da estrutura foi inicialmente realizada com carácter semanal, e com o auxílio de dois profissionais de mergulho. Esta monitorização consistiu em "abandar" os sacos, enquanto submersos, para assim auxiliar a remoção da matéria orgânica em excesso nos mesmos, e ainda verificar toda a estrutura (amarrações, cabos, ganchos, entre outros).

Após o primeiro mês da experiência, o aspecto do sacos suspensos mudou de forma radical, enchendo de vida o pontão do Clube de Vela Costa Nova. A enorme variedade de espécies observadas, em redor de toda a estrutura, foi essencialmente dominada por esponjas, caranguejos, diversas espécies de algas, mexilhões, posturas de chocos,

nudibrânquios, e ainda, hidrários (Figura 29). De salientar, que os hidrários cresceram agregados à malha dos sacos o que promoveu a sua colmatação total.

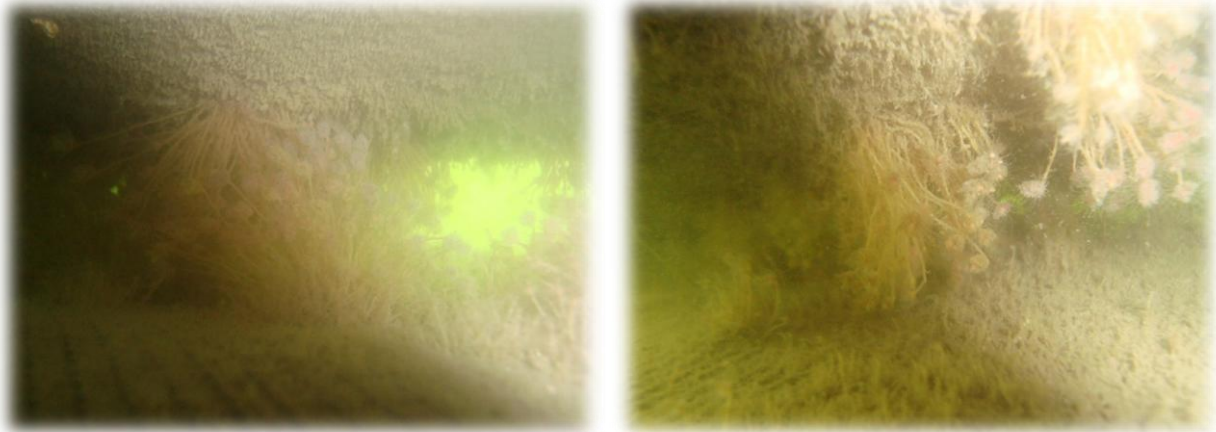


Figura 29: Saco do cultivo suspenso na coluna de água um mês após o início da experiência.

Na tentativa de remover os hidrários e limpar a malhagem dos sacos, efectuou-se uma limpeza com o auxílio de escovas de aço e escovas de plástico. Contudo, a tarefa não teve o sucesso esperado e houve a necessidade de substituir os sacos, aproximadamente um mês e meio após o início da experiência. É importante referir que os conjuntos se tornaram extremamente pesados para serem manuseados, devido à quantidade de matéria orgânica presente no seu interior e na sua superfície(Figura 30).



Figura 30: Conjunto de sacos ostreícolas do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.

No início da mudança dos sacos ostreícolas observou-se que estes tinham sido colonizados por ascídias que se fixaram no seu interior, assim como de outras espécies de invertebrados (ex: esponjas, mexilhões, berbigões, entre outros, embora menor quantidade) (Figuras 31 e 32).

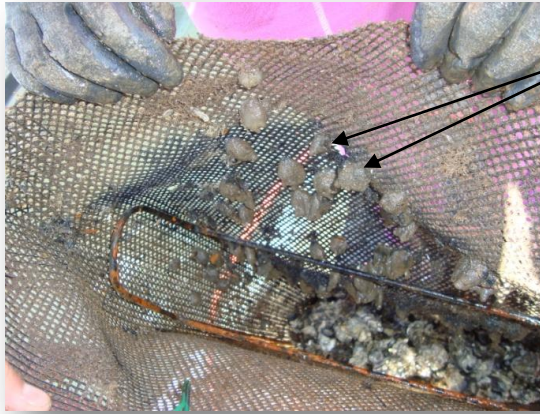


Figura 31: Saco ostreícola do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.

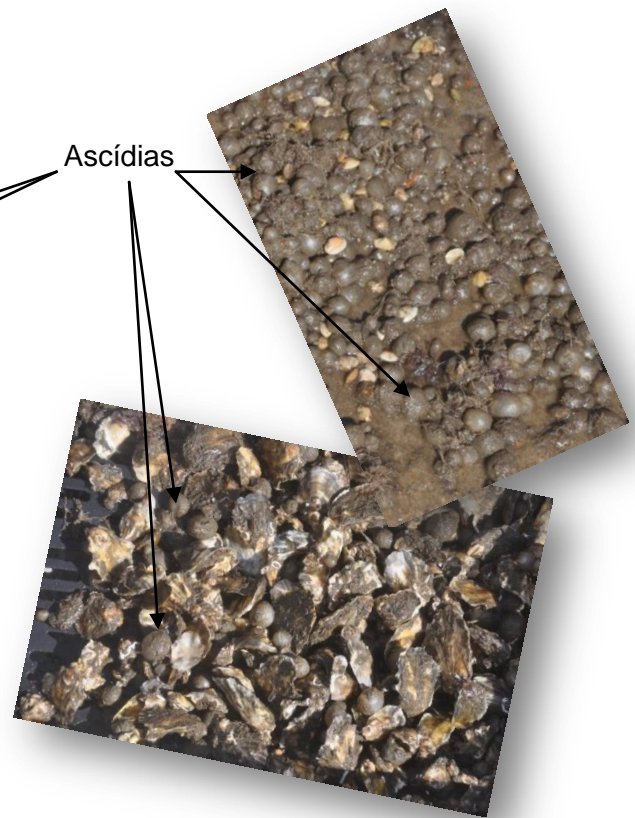


Figura 32: Amêijoas e ostras do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.



Figura 33: Mudança dos sacos ostreícolas do cultivo suspenso na coluna de água, um mês e meio após o início da experiência.

O facto das ascídias, se apresentarem como um competidor por alimento e oxigénio, com o bivalves em cultivo, levou a que estas fossem retiradas dos sacos e devolvidas à Ria. É importante referir que o mesmo procedimento foi efectuado para todos os outros organismos que também se encontravam no interior dos sacos (nomeadamente caranguejos, búzios, estrelas-do-mar, ouriços, berbigões, mexilhões, esponjas, entre outros) (Figura 33).

Após a renovação total de cada conjunto, este foi recolocado na coluna de água (Figura 34). Foram devidamente garantidas todas as condições para que os indivíduos não permanecessem demasiado tempo expostos ao ar e deste modo minimizar quaisquer efeitos deletérios que daí pudessem resultar.



Figura 34: Recolocação dos conjuntos no cultivo suspenso na coluna de água, de baixo do pontão do Clube de Vela Costa Nova.

Devido ao mau tempo e à excessiva corrente (impossibilitando a realização de mergulhos), durante o mês de Outubro, não foi possível realizar a manutenção nem a monitorização da estrutura. A partir do momento que o processo de monitorização foi retomado, observou-se que a estrutura se encontrava em más condições. Vários sacos estavam soterrados no fundo e também alguns conjuntos já se encontravam afastados alguns metros do pontão. Contudo, e apesar das dificuldades inerentes à procura e recolocação dos sacos (tais como, má visibilidade e corrente), estes foram todos recuperados com sucesso.

Em Novembro (final da experiência), retiraram-se todos os conjuntos do cultivo suspenso, e de seguida etiquetaram-se para que não ocorrem-se trocas. Os sacos encontravam-se cheios de matéria orgânica e outros organismos, tais como caranguejos, vieiras, berbigões, esponjas ascídias, hidrários, mexilhões, pequenos camarões, poliquetas, entre outros (Figura 35 e 36).



Figura 35: Vista exterior e interior de um saco ostréicola do cultivo suspenso na coluna de água, no fim da experiência.



Figura 36: Alguns dos organismos encontrados nos sacos suspensos na coluna de água.

Durante todo o período experimental (cinco meses e meio), os sacos do cultivo em mesas foram "virados e batidos" mensalmente, num total de cinco vezes. Deste modo, evitou-se que as ostras se agregassem aos sacos, partiu-se o excesso de concha, impediu-se o crescimento algal e acumulação de matéria orgânica dentro dos mesmos. No final da experiência os sacos foram retirados das mesas para posterior análise.

2.3. Monitorização da sobrevivência e recolha de parâmetros biométricos

De forma a monitorizar a sobrevivência das ostras e das amêijoas cultivadas procedeu-se para cada saco, à contagem do número de organismos vivos e escolheram-se aleatoriamente três grupos de dez ostras ou amêijoas para pesar e medir. A pesagem foi efectuada em grupo (3 x 10) com o auxílio de uma balança digital (até às miligramas 0.001g) (Figura 37). A medição realizou-se individualmente recorrendo a um paquímetro de precisão até às décimas de milímetro (0.01 mm), sendo esta efectuada do umbo (local mais antigo da concha pelo qual as valvas se encontram unidas pelo ligamento) até à extremidade oposta (Figura 38).



Figura 37: Pesagem das ostras do cultivo suspensos na coluna de água, no fim da experiência.



Figura 38: Medição de uma ostra (à esquerda) e de uma amêijoia (à direita) do cultivo suspensos na coluna de água, no fim da experiência.

Após a pesagem e medição das ostras sacrificou-se aleatoriamente cinco espécimes de cada saco, para a posterior pesagem da concha. A necessidade do procedimento deveu-se ao facto de se pretender averiguar a existência de diferenças significativas entre o peso das conchas das ostras produzidas no cultivo suspenso na coluna de água e o peso das conchas das ostras produzidas no cultivo em mesas. Esta análise assumiu um carácter complementar à investigação em curso, dado que as ostras estão expostas a condições ambientais distintas durante o cultivo (ex: a exposição ao ar vs. sempre submersas).

Todas as ostras que não foram processadas foram novamente colocadas em sacos ostreícolas no viveiro da Gafanha da Encarnação, em sacos de engorda (13 mm de malha), para posterior comercialização.

As ostras que se encontravam no cultivo em mesas foram processadas de igual modo ao descrito anteriormente para as ostras do cultivo suspenso na coluna de água (Figura 39 e 40).



Figura 39: Ostras do cultivo em mesa no fim da experiência

Figura 40: Ostras do cultivo em mesas, no fim da experiência, à esquerda, à direita sacos de engorda (malhagem de 13mm) com ostras do projecto.

Das ostras sacrificadas escolheram-se apenas as ostras cujo comprimento estava compreendido entre [50-64mm] (maior classe de comprimentos obtida nas ostras do cultivo em mesas), para a determinação da importância do peso da concha no peso total das ostras cultivadas. Esta foi realizada com o auxílio de um paquímetro e uma balança digitais de alta precisão (0.01 mm e 0.001 g, respectivamente) (Figura 41).



Figura 41: Medição e pesagem da concha de uma ostra do cultivo em mesas, no final da experiência.

2.4. Análise estatística dos dados

Sempre que os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias foram cumpridos, e com o objectivo de avaliar a sobrevivência e crescimento das ostras em monocultivo do cultivo suspenso na coluna de água, a favor e contra a corrente e tendo em conta a sua posição no conjunto (nível) efectuou-se uma análise de variância com dois factores (ANOVA) (Zar, 2010). O mesmo procedimento estatístico foi realizado para a comparação dos três diferentes tipos de cultivos suspensos na coluna de água (monocultivo, policultivo com amêijoas em cima e policultivo com amêijoas em baixo) em relação ao posicionamento (níveis 2, 3 e 4). Sempre que foram detectadas violações aos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, realizou-se o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis* (Kruskal and Wallis, 1952; Zar, 2010). Adicionalmente, e sempre que a análise de

variância foi estatisticamente significativa, as respectivas análises *post hoc* foram realizadas (Zar, 2010).

As diferenças entre as duas posições do conjunto (nível 1 e nível 5), relativamente à sobrevivência e crescimento das amêijoas, foram avaliadas através do teste *t-student* (Zar, 2010).

Adicionalmente, e como forma complementar a investigação desenvolvida, avaliou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas referente ao peso da concha das ostras cultivadas em mesas e as ostras cultivadas em sacos suspensos na coluna de água através de um teste *t-student* (Zar, 2010).

Os testes estatísticos foram realizados utilizando o software SPSS Statistics 18.0. Em todas as análises as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de significância (α) de 0,05.

3. Resultados

3.1. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água

A análise de variância revelou que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os cinco níveis e a corrente (a favor e contra), quer em separado, quer em simultâneo (df. 50, F=0.603, P= 0.0663; Tabela 8, Anexo V; Figura 42).

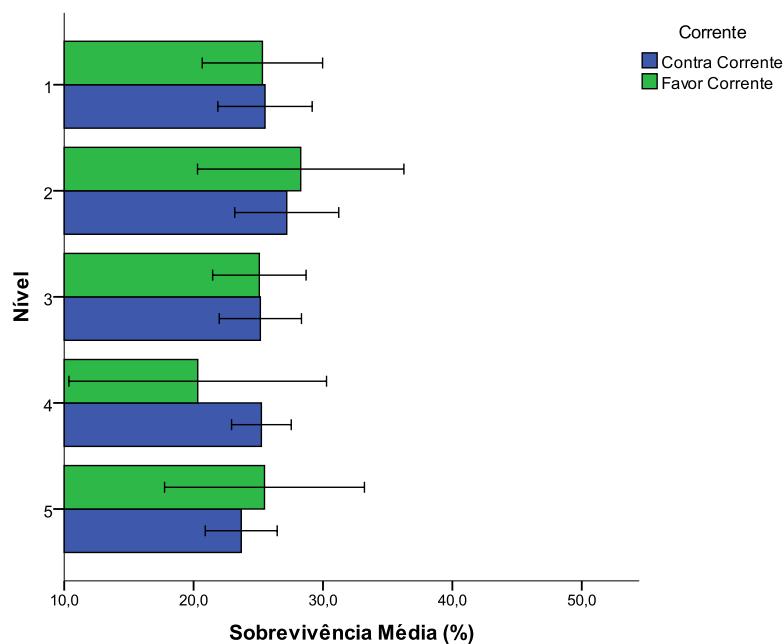


Figura 42: Sobrevivência média (%) da ostra (*C. gigas*) do monocultivo suspenso na coluna de água, em relação à sua posição no conjunto (nível), a favor e contra a corrente. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

Do mesmo modo, verificou-se que também para o crescimento não são detectadas diferenças estatisticamente significativas, quando comparados os factores descritos (corrente e nível) (df. 150, F=2.273, p=0.064; Tabela 9, Anexo VI; Figura 43).

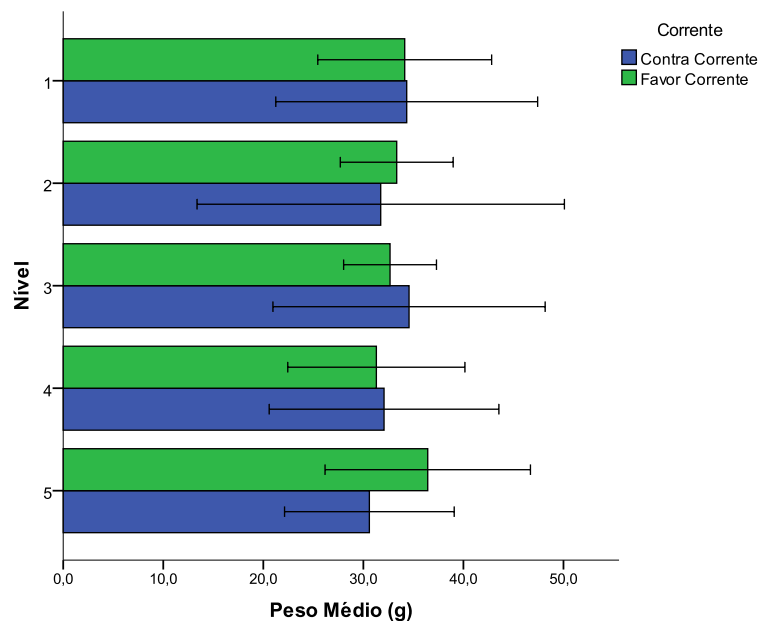


Figura 43: Peso médio (g) da ostra (*C. gigas*) do monocultivo suspenso na coluna de água, em relação à sua posição no conjunto (nível), a favor e contra a corrente. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

Igualmente, quando comparados os três diferentes tipos de cultivo (monocultivo, policultivo com amêijoas no nível superior e policultivo com amêijoas no nível inferior) com a sua posição no conjunto (nível), verifica-se que, tanto para a sobrevivência, como para o crescimento, as diferenças detectadas não foram estatisticamente significativas (df. 45, $F=0.994$, $p=0.423$; Tabela 10, Anexo VII; Figura 44 e df. 135, $F=361.624$, $p=0.000$; Tabela 11, Anexo VIII; Figura 45, respectivamente).

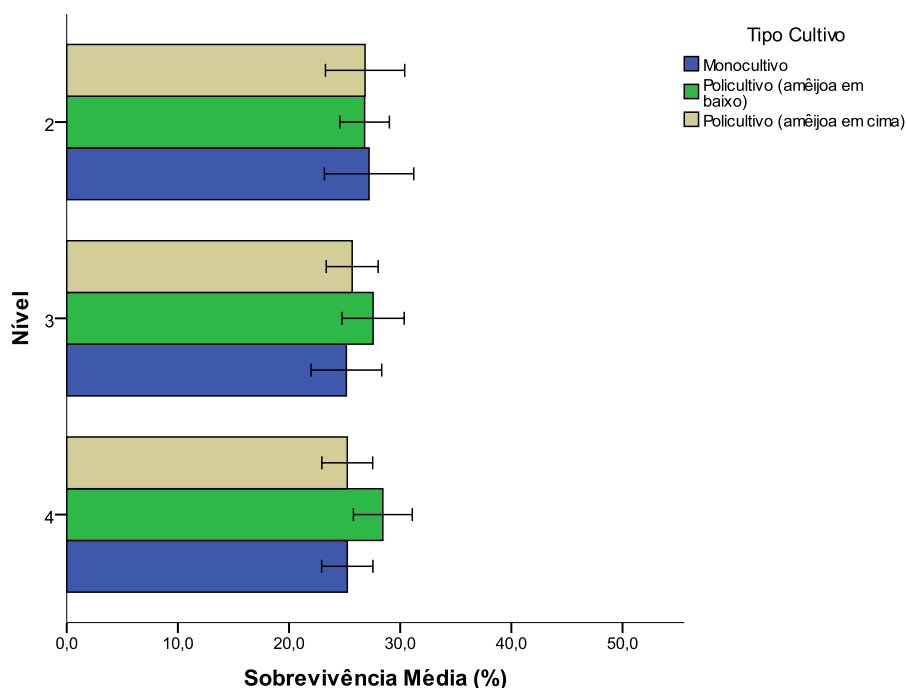


Figura 44: Sobrevivência média (%) das ostras (*C. gigas*), nos diferentes tipos de cultivo e a sua posição no conjunto (nível). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

Ao analisar isoladamente a influência dos tipos de cultivo no crescimento das ostras, os resultados obtidos (através do teste de Kruskal-Wallis) demonstram a existência de diferenças estatisticamente significativas (teste Kruskal-Wallis, $p=0.000$; Tabela 12, Anexo VIII). Mais concretamente, conclui-se que as diferenças são detectadas quando comparados o monocultivo e o policultivo com amêijoas no nível inferior (*post hoc*, $p=0.003$), bem como, quando comparados o monocultivo e o policultivo com amêijoas no nível superior (*post hoc*, $p=0.001$) (Tabela 1). Adicionalmente, e pelos resultados obtidos, é ainda possível afirmar que as ostras de ambos os policultivos cresceram mais do que no monocultivo (Tabela 1). Contudo, entre os dois tipos de policultivo, não se observaram diferenças estatisticamente significativas no crescimento (*post hoc*, $p=0.580$; Tabela 1 e Figura 45).

Tabela 1: Tabela de comparações múltiplas entre os tipos de cultivo, monocultivo, policultivo com amêijoia no nível inferior e policultivo com amêijoia no nível superior, relativamente ao crescimento das ostras (*Crassostrea gigas*).

Comparações Múltiplas

Peso (g)

(I) Tipo de Cultivo	(J) Tipo de Cultivo	Diferença média (I - J)	Sig.
Monocultivo	Policultivo (Amêijoia no nível 5)	-4,3111*	0,003
	Policultivo (Amêijoia no nível 1)	-5,3444*	0,001
Policultivo (Amêijoia no nível 5)	Monocultivo	4,3111*	0,003
	Policultivo (Amêijoia no nível 1)	-1,0333	0,580
Policultivo (Amêijoia no nível 1)	Monocultivo	5,3444*	0,001
	Policultivo (Amêijoia no nível 5)	1,0333	0,580

Nota: (*) As diferenças médias são consideradas estatisticamente significativas ao nível de 0,05.

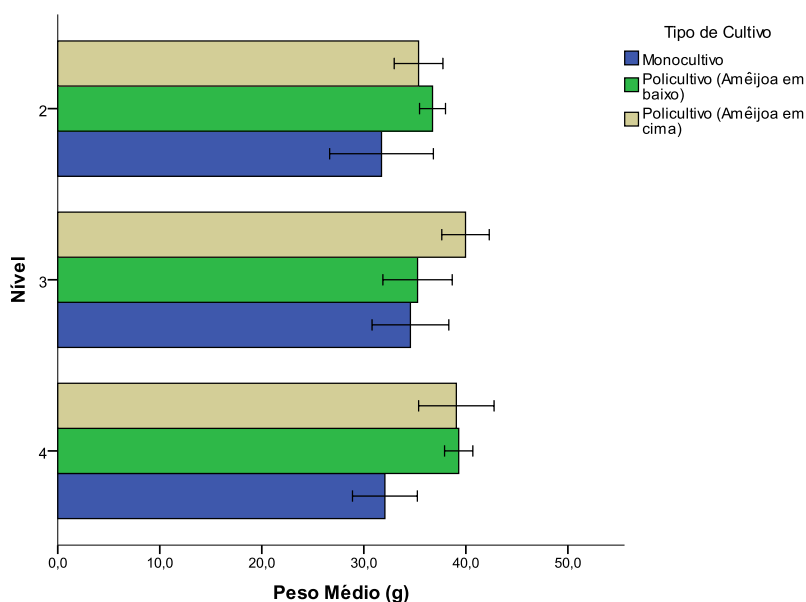


Figura 45: Peso médio (g) das ostras (*C. gigas*) nos diferentes tipos de cultivo e a sua posição no conjunto (nível). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

3.2. Sobrevivência e o crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água quando comparadas com as ostras do cultivo em mesas

Ao comparar os dois modos de cultivo (suspenso na coluna de água e em mesas), relativamente à sobrevivência das ostras, os resultados evidenciam a existência de diferenças estatisticamente significativas (t-student, $p=0.000$; Tabela 13, Anexo IX; Figura 46). Ou seja, em média, a percentagem de sobrevivência das ostras do cultivo em mesas foi superior à percentagem de sobrevivência do cultivo suspenso na coluna de água (38.8% e 25.4%, respectivamente).

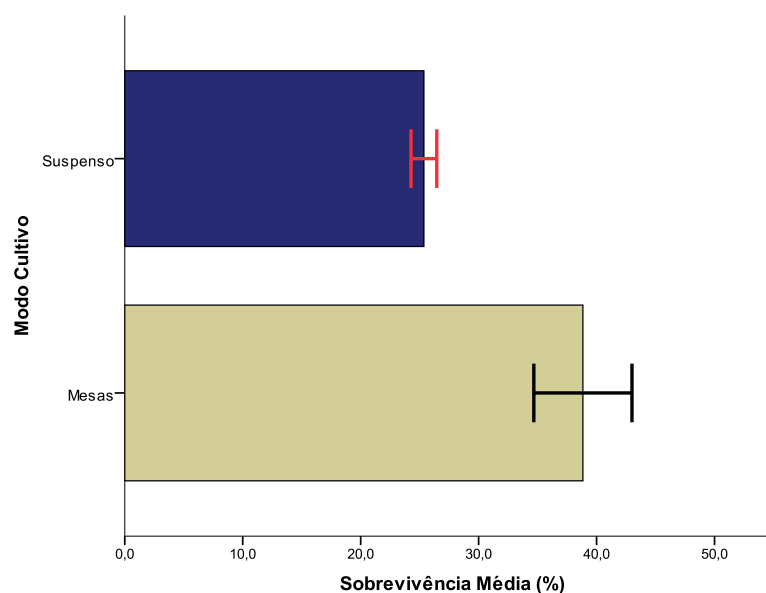


Figura 46: Sobrevivência média (%) das ostras (*C. gigas*), para os diferentes modos de cultivo. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de 0,05.

Foram igualmente detectadas diferenças estatisticamente significativas no crescimento entre os diferentes tratamentos (t-student, $p=0.00$; Tabela 14, Anexo IX; Figura 47). Contudo, aqui o crescimento das ostras revelou-se ser superior no cultivo suspenso na coluna de água quando comparado com o cultivo em mesas (32.7% e 13.3%, respectivamente).

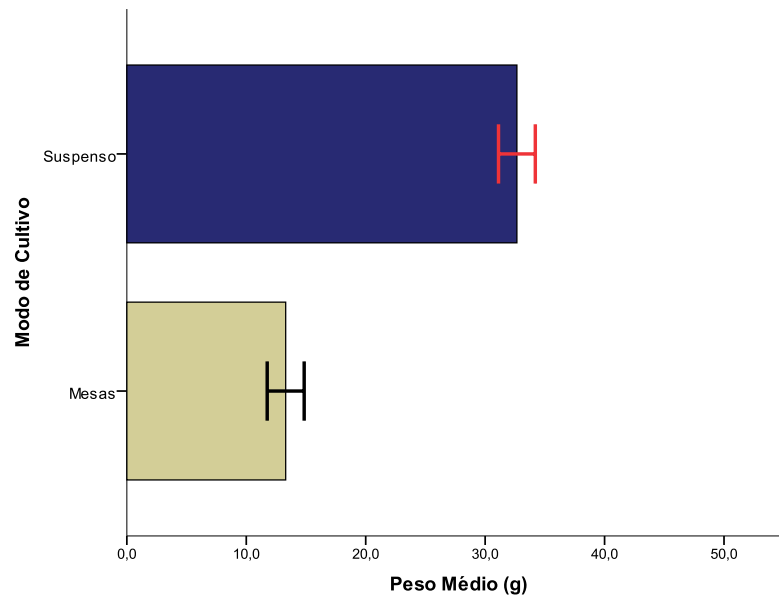


Figura 47: Peso médio (g) das ostras (*C. gigas*), para os diferentes modos de cultivo. As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de 0,05.

A comparação do peso da concha (considerando classe de tamanhos similares, ou seja, 50-64 mm), revelou não haver diferenças estatisticamente significativas entre os dois tipos de cultivo (t-student, $p=0.616$; Tabela 15, Anexo X; Figura 48).

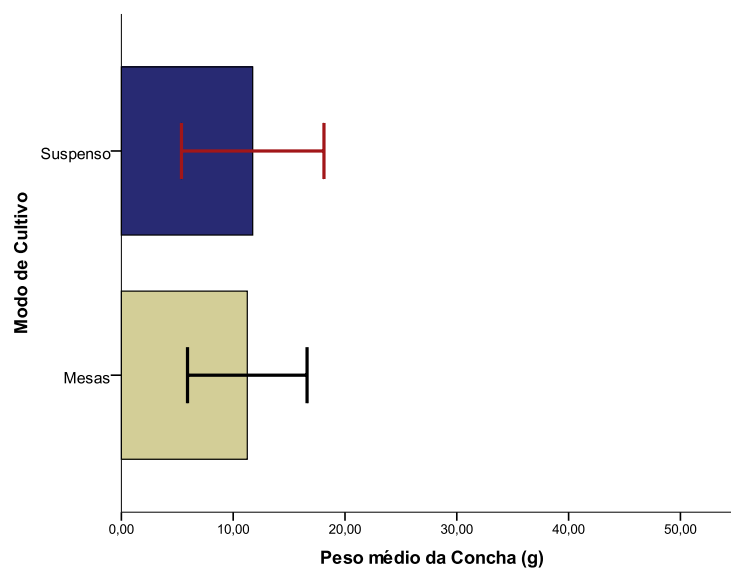


Figura 48: Peso médio da concha (g) das ostras (*C. gigas*), relativamente ao modo de cultivo (suspensão na coluna de água e cultivo em mesas). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

3.3. Sobrevivência e crescimento das amêijoas do cultivo suspenso na coluna de água

No que diz respeito à sobrevivência e ao crescimento da amêijoa (*R. decussatus*), os resultados indicaram a não existência de diferenças estatisticamente significativas, quando comparadas as duas posições na estrutura de cultivo, nível 1 e nível 5 (t-student, $p=0.348$ e $p=0.055$, respectivamente; Tabelas 16 e 17, Anexo XI; Figuras 49 e 50).

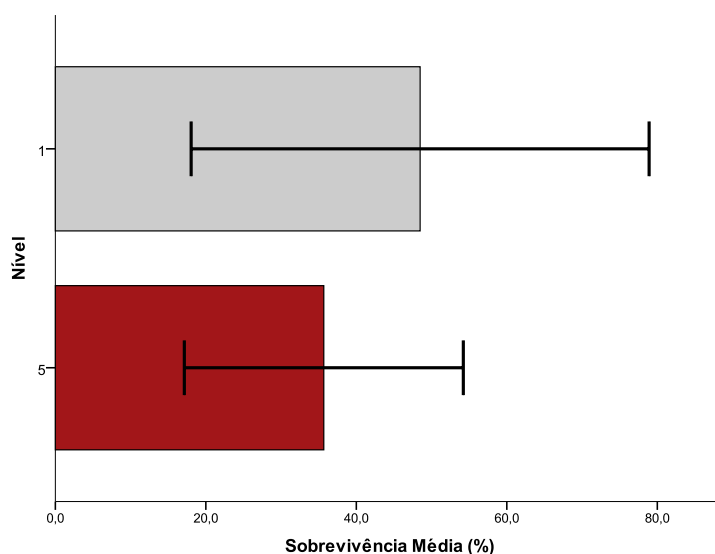


Figura 49: Sobrevivência média (%) das amêijoas (*R. decussatus*), relativamente à sua posição no conjunto (nível 1 e nível 5). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

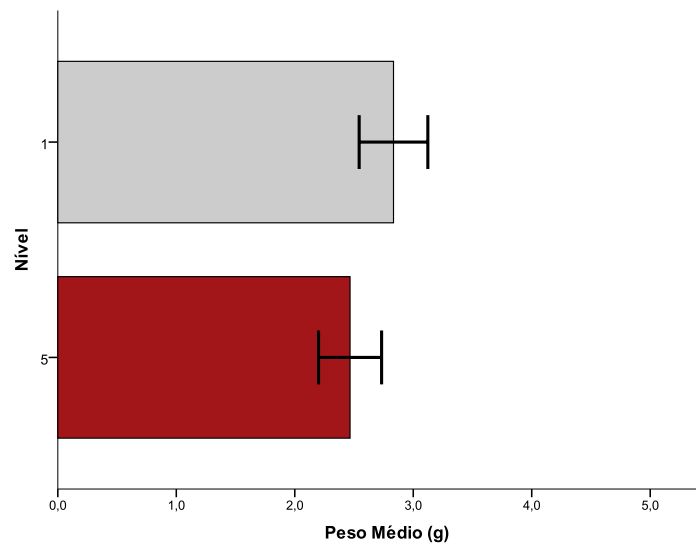


Figura 50: Peso médio (g) das amêijoas (*R. decussatus*), relativamente à sua posição no conjunto (nível 1 e nível 5). As linhas horizontais representam a média \pm desvio padrão.

4. Discussão

A ostra japonesa (*C. gigas*) e a amêijoa-boia (*R. decussatus*) apresentam um rápido crescimento durante o primeiro ano de vida, sendo mais lento nos anos seguintes (Gangnery et al. 2003). A sua taxa de crescimento e sobrevivência encontram-se dependentes de diversos factores, tais como a temperatura (actividade metabólica óptima aos 19°C; Bougrier et al., 1995), a salinidade (25-35), a disponibilidade e a qualidade de alimento. Este último, é o factor responsável pela taxa instantânea de crescimento no primeiro ano de vida dos bivalves (King et al., 2006; Cassis et al., 2011),

A mortalidade da ostra japonesa durante os meses de Verão tem sido documentada um pouco por todo o mundo, podendo afectar 10 a 50% da população de juvenis, e em casos extremos >90% (Burge et al., 2007; FAO, 2011a). Segundo diversos autores, a maior parte da mortalidade evidenciada na ostra japonesa é resultado de múltiplos factores nomeadamente, patologias, stress xenobióticos, stress fisiológicos associados à reprodução, stress osmótico associado a baixas salinidades (14-20) e stress térmico associado a elevadas temperaturas. Acima dos 20 °C e na presença de baixas salinidades as ostras diminuem a taxa de filtração e ingestão, aumentam o consumo de oxigénio e o seu sistema imunitário é inibido, deixando-as mais susceptíveis aos efeitos deletérios da poluição e a agentes patogénicos (Almeida et al., 1997; Brown e McCausland, 2000; García-Esquivel et al. 2000; Costil et al., 2005; King et al., 2006; Royer et al., 2007; Cassis et al., 2011).

A amêijoa-boia (*R. decussatus*) apresenta um crescimento mais acentuado no primeiro ano de vida. O desenvolvimento desta espécie realiza-se em dois períodos distintos, sendo um de crescimento (Primavera e Verão) e outro de estagnação. Este desenvolvimento é condicionado por diversos factores, tais como a salinidade, temperatura e a disponibilidade e qualidade de alimento (tal como referido para a ostra). Para além destes factores o crescimento encontra-se interligado com o tempo de imersão, pois, tal como nas ostras a alimentação das amêijoas só pode ocorrer na presença de água (Pereira, 2008).

Ruditapes decussatus apresenta durante o primeiro ano de vida elevadas mortalidades podendo afectar 50% da população de juvenis (Schuller, 1998). Esta mortalidade encontra-se relacionada com a qualidade do sedimento e com a predação (essencialmente caranguejos).

Para além destes dois factores referidos a mortalidade da amêijoia pode, ainda, estar associada a um conjunto de factores similares aos descritos para a ostra (stress xenobiótico, fisiológicos, osmótico, térmico e agentes patogénicos) (Schuller, 1998; Pereira, 2008).

4.1. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água

Partindo do pressuposto que a corrente influênciava o crescimento e a sobrevivência da ostra seria de esperar, que os conjuntos do monocultivo contra a corrente tivessem um maior desenvolvimento do que os conjuntos a favor da corrente. Este pressuposto tem por base o facto de os sacos contra a corrente apresentarem uma maior área de contacto, promovendo uma maior limpeza dos mesmos, uma renovação de água maior e uma quantidade de alimento disponível superior.

Outro pressuposto inicial, era que a posição do saco (nível) no conjunto do monocultivo poderia influenciar o crescimento e a sobrevivência das ostras. Segundo este pressuposto, no nível inferior poderiam observar-se ostras com menor crescimento e sobrevivência, promovido pelo excesso de matéria orgânica (fezes, pseudofezes, entre outros) resultante dos níveis superiores.

No entanto, os resultados obtidos neste trabalho não revelaram diferenças estatisticamente significativas relativamente à corrente e ao nível (Figuras 42 e 43) nos conjuntos do monocultivo. Uma explicação para este resultado poderá ser a presença de inúmeros organismos oportunistas e incrustantes no interior dos sacos. Estes organismos poderão de certa forma ter mascarado os resultados, sendo que estes não foram concordantes com a suposição acima descrita. Era de esperar um menor desempenho (sobrevivência e crescimento) das ostras do monocultivo a favor da corrente em relação às ostras do monocultivo contra a corrente, uma vez que os sacos apresentam uma menor área de contacto e por consequente menor renovação de água, menor limpeza e maior colmatação logo menor quantidade de alimento. Também seria de esperar um menor desempenho das ostras dos níveis inferiores (nível 4 e nível 5) devido a acumulação de fezes e pseudofezes nos mesmos.

O cultivo de bivalves suspensos na coluna de água atrai uma elevada quantidade de organismos. Esta presença está interligada com a colocação da estrutura de cultivo (cabos, sacos, entre outros) que proporcionam um novo substrato tridimensional, no qual os espécimes se podem fixar e desenvolver (Forrest et al., 2009). A área envolvente ao cultivo torna-se, então, um local de alimento, reprodução e refúgio contra predadores e factores stressantes (corrente), para algumas espécies (caranguejos, pequenos peixes, nudibrânquios, hidrários, chocos, entre outros) (*op cit.*). Estes organismos oportunistas e incrustantes proliferam e atingem elevadas densidades, aumentando o consumo de oxigénio e a quantidade de matéria orgânica no local, o que poderá ser um factor problemático para o cultivo dos bivalves (*op cit.*).

Os locais de cultivo que possuem grandes correntes tidais, como a zona do Clube de Vela Costa Nova, apresentam elevadas renovações de água e por sua vez maior disponibilidade de alimento (Almeida et al., 1997; Brown e McCausland, 2000; Forrest et al., 2009). Estas características promovem um meio favorável para a proliferação de macrofauna (Kaiser et al., 1998). A elevada densidade de organismos encontrada neste trabalho, no interior (ostras, esponjas, ascídias, entre outros) e exterior (hidrários, diversas espécies de algas, entre outros) dos sacos de cultivo suspenso na coluna de água, poderão ter proporcionado à colmatação dos mesmos. Por sua vez, a colmatação dos sacos poderá, ainda, ter promovido um meio pobre em oxigénio no seu interior, o que poderá ser justificado para a mortalidade observada durante o período experimental (Costil et al., 2005; Ferreira et al., 2007). Estas suposições são fundamentadas pelo estudo de García-Esquivel (2000), onde a mortalidade das ostras do cultivo suspenso na coluna de água é atribuída à presença de espécies oportunistas e incrustantes, tais como, os hidrários, as esponjas e as ascídias. E segundo Soletchnik et al. (2006) está associada, ainda, ao stress fisiológico da taxa instantânea de crescimento relacionada com os primeiros meses de vida.

O mesmo racional, utilizado na avaliação do monocultivo, serviu de base à comparação da sobrevivência e do crescimento das ostras do monocultivo em relação as ostras do policultivo.

Os resultados obtidos relativamente à sobrevivência não foram concordantes com a suposição inicial, não se observando quaisquer diferenças estatisticamente significativas quando comparados os tipos de cultivo e a sua posição vertical na estrutura (Figura 44). Uma

explicação, para tal, poderá, mais uma vez, estar relacionada com a presença de outros organismos no interior dos sacos, que poderão ter mascarado os efeitos relacionados com o tipo de cultivo e com o nível.

Ao analisar e comparar o crescimento das ostras, nos diferentes cultivos, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas (Figura 45). Nos policultivos, as ostras atingiram um tamanho superior relativamente as ostras do monocultivo, podendo, este resultado estar relacionado com a disposição dos conjuntos no Clube de Vela Costa Nova.

4.2. Sobrevivência e crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água quando comparadas com as ostras do cultivo em mesas

O cultivo em mesas é um método utilizado para a produção de ostras um pouco por todo o mundo. Este realiza-se na zona intertidal e é caracterizado pela presença de factores de stress proporcionados pela baixa-mar, tais como, o sol, a chuva, o vento, a dessecação, a predação, entre outros.

Para comparar a sobrevivência e crescimento nos dois modos de cultivo supôs-se, inicialmente, que as ostras do cultivo suspenso teriam um desempenho superior, em relação às ostras do cultivo em mesas, pois estão sempre submersas tendo acesso a maior quantidade de alimento. Este facto, está de acordo com García-Esquivel et al. (2000), que afirma que a *C. gigas* aumenta a quantidade de alimento ingerido com o maior tempo de imersão.

O cultivo em mesas apresenta algumas limitações, sendo uma delas a exposição ao ar, não permitindo a alimentação. Apesar destas limitações nas ostras não se conhece quaisquer tipos de mecanismos compensatórios no que diz respeito ao aumento de taxas de alimentação e/ou eficácia da absorção, aquando estas se encontram submersas (García-Esquivel et al., 2000).

Ao avaliar os dois modos de produção de bivalves é necessário ter em conta que estes estão exposto a factores bióticos distintos. As ostras que se estavam nos sacos de cultivo suspenso na coluna de água encontram-se sujeitas a uma constante competição por alimento



(na presença de ascídias, berbigões, vieiras, entre outros) e predação (caranguejos, estrelas-do-mar, búzios, entre outros), em relação às ostras do cultivo em mesas que apenas se encontram expostas a estes factores durante a preia-mar.

Os resultados obtidos para a sobrevivência das ostras entre os dois modos de cultivo, mostraram que a percentagem média de sobrevivência das mesmas foi superior nas mesas, relativamente ao cultivo suspenso na coluna de água (38.8%, 25.4%, respectivamente; Figura 46). A evidente diferença dos factores bióticos e abióticos que se observam nos dois modos de cultivo podem estar relacionados com os resultados obtidos.

Sabendo que a área envolvente da Ria de Aveiro é uma zona de agricultura intensa, na qual há utilização frequente de pesticidas, e que a montante do Canal de Mira encontra-se uma grande fábrica de conservas, pensa-se que estas contribuições poderão estar relacionadas com a elevada mortalidade observada em ambos os modos de cultivo. Estes podem não ter um efeito directo na mortalidade das ostras mas quando combinados com organometais, já existentes na água, poderão ter um efeito letal (Almeida, 1999; Lovatelli, 2004; Royer et al., 2007).

Para além de todos os factores referidos anteriormente, deve-se dar especial atenção às más condições climáticas que se fizeram sentir no mês de Outubro, uma vez que estas não permitiram a manutenção da estrutura de cultivo. Os cabos e os ganchos que permitiam manter os sacos suspensos na coluna de água não resistirão às marés vivas (fortes correntes), ficando alguns deles danificados. A impossibilidade de realização da manutenção fez com que alguns sacos ficassem cobertos com sedimento. Pensa-se então, que a junção de todos estes factores terão promovido uma maior mortalidade no cultivo suspenso na coluna de água.

Relativamente ao crescimento nos dois modos de cultivo, observou-se que as ostras cresceram mais no cultivo suspenso na coluna de água quando comparadas com as ostras do cultivo em mesas (32.7%, 13.3%, respectivamente; Figura 47). Este resultado está em concordância com a suposição inicial, ou seja, que as ostras do cultivo suspenso teriam um melhor crescimento em relação às ostras do cultivo em mesas, por estas estarem sempre submersas, logo terem uma maior disponibilidade de alimento.

Na ausência de água, as ostras, tendem a fechar as suas valvas, e uma vez impedidas de se alimentar dão início a processos de anaerobiose, diminuindo o seu metabolismo. Esta redução metabólica condiciona a energia disponível para o crescimento, podendo ser esta mais uma explicação possível para as diferenças observadas no crescimento das ostras entre os dois modos de cultivo (García-Esquivel et al., 2000).

Deve-se ter em conta que as estruturas de cultivo (mesas e suspenso) apresentam um efeito na coluna de água extremamente importante sobre todos os processo hidrográficos envolventes. Apresentando-se estas estruturas como um obstáculo artificial para a circulação de água, estas promovem uma maior sedimentação de partículas que alteram de forma dramática a granulometria do sedimento e da sua fauna acompanhante (Costa, 2011).

Ambos os modos de cultivo (suspenso na coluna de água vs. mesas), utilizados neste trabalho, para a produção de ostra mostraram-se eficientes. No entanto, quando comparados, o cultivo em mesas apresenta-se como uma técnica que poderá não ser a mais adequada para a região da Ria de Aveiro onde é actualmente utilizada. Exemplo disso, é que, uma produção ostreícola em mesas demora cerca de 2 a 3 anos para obter o tamanho comercial, estando o maneiio e a apanha do produto limitado ao período de baixa-mar. Por oposição, no cultivo suspenso na coluna de água a mesma produção realiza-se em aproximadamente 6 meses, e que nem o manuseamento ou a recolha do produto dependem do período de maré (Costa, 2011).

O cultivo suspenso na coluna de água permite a utilização de locais com maiores profundidades, potenciando zonas que não são adequadas ao cultivo em mesas. Apresenta ainda, pouco impacto paisagístico, ao contrário da produção em mesas.

Ambas as técnicas de cultivo (sacos suspensos na coluna de água vs. mesas) têm um impacto ambiental importante, no entanto, este é mais evidenciado no cultivo em mesas (por baixo destas estruturas ocorre um assoreamento acelerado, uma diminuição de biodiversidade, e um empobrecimento do sedimento, podendo mesmo ocorrer condições de anóxia) (Costa, 2011).

O cultivo da ostra suspenso na coluna de água mostra-se como uma técnica alternativa interessante para a substituição e/ou complementação do cultivo de ostras em mesas. No entanto, o cultivo suspenso também apresenta limitações, como por exemplo a elevada colonização das estruturas por organismos oportunistas e incrustantes. Esta técnica, encontra-se em conflito de interesses essencialmente com a náutica de recreio (que tem grande representação nesta região da Ria de Aveiro), uma vez, que as zonas com cultivos suspensos na coluna de água impossibilitam a passagem de embarcações.

Adicionalmente, verificou-se ainda não existir qualquer diferença no peso da concha de organismos produzidos em mesas e suspenso na coluna de água para a classe de tamanhos 50-64 mm (tamanho médio das ostras dominavam no cultivo em mesas no final do período experimental). Ou seja, este aspecto não constituiu um obstáculo à utilização dos sacos suspensos na coluna de água (Figura 48).

4.3. Sobrevivência e crescimento das amêijoas do cultivo suspenso na coluna de água

Para a avaliação da sobrevivência e crescimento das amêijoas, supôs-se inicialmente, que as amêijoas do policultivo do nível inferior da estrutura (nível 5) tivessem uma menor sobrevivência e crescimento, relativamente às amêijoas do policultivo no nível superior (nível 1), uma vez que estas estariam expostas à matéria orgânica produzida pelas ostras dos níveis superiores.

Quando avaliada a sobrevivência entre ambas as posições da estrutura, nível 1 e nível 5, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas (Figura 49). Uma explicação plausível, é a presença de inúmeros organismos oportunistas e incrustantes no interior e exterior dos sacos, o que terá conduzido à colmatação dos mesmos, como descrito, anteriormente, para as ostras do cultivo suspenso. Este organismos de certo modo, poderão ter mascarado os resultados, tal como descrito para as ostras. Sendo que este resultados obtidos não foram concordantes com a suposição acima referida, pois era esperado que as amêijoas sobrevivessem mais no nível 1, em relação às amêijoas do nível 5.

No que diz respeito ao crescimento das amêijoas, os resultados obtidos não estão de acordo com a suposição inicial, visto que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os níveis (nível 1 e nível 5; Figura 50). No entanto, era de esperar que as amêijoas do nível inferior tivessem um menor crescimento, relativamente às amêijoas do nível superior, devido à acumulação de fezes e pseudofezes provenientes das ostras dos níveis superiores.

Os resultados obtidos permitem afirmar que não há influência da posição na estrutura vertical de cultivo (níveis), quer para a sobrevivência, quer para o crescimento da amêijoa-boia em policultivo suspenso na coluna de água.

5. Considerações finais

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que no cultivo suspenso na coluna de água, não ocorreu influência da corrente, nem da posição na estrutura (nível) relativamente à sobrevivência e ao crescimento da ostra. Estes revelaram, ainda, que quando avaliada a sobrevivência e o crescimento das ostras no monocultivo e policultivo, suspenso na coluna de água não houve qualquer influência da sua posição vertical nos diferentes níveis da estrutura de cultivo. No entanto, a percentagem média de crescimento das ostras foi superior nos policultivos quando comparada com as ostras crescidas em monocultivo.

No que diz respeito à avaliação realizada entre os dois modos de cultivo (sacos suspensos na coluna de água vs. mesas) podemos concluir que a percentagem de sobrevivência média foi mais elevada nas ostras do cultivo em mesas comparativamente com as ostras do cultivo suspenso, 38.8%, 25.4%, respectivamente. E que, o crescimento médio foi superior nas ostras do cultivo suspenso na coluna de água, sendo este de 32.7%, 13.3%, respectivamente. Ambos os modos de cultivo são favoráveis ao crescimento das ostras, no entanto o crescimento apresentado pelos organismos cultivados no sistema suspenso é superior e mais rápida. Apesar dos resultados promissores, é ainda, necessário proceder a uma maior produtividade com recurso a estruturas suspensas na coluna de água. As estruturas aquícolas submersas do cultivo suspenso na coluna de água são uma limitação, uma vez que, promovem um aumento de biodiversidade no interior e exterior dos sacos, proporcionando um ambiente ideal para diversas espécies proliferarem e atingirem elevadas densidades (Forrest et al., 2009). Perante este cenário, sugere-se a utilização de materiais mais leves de forma a facilitar a sua manutenção e manuseamento, durante a produção, evitando assim que se desenvolvam tantos organismos no seu interior.

O método de limpeza, seleccionado neste trabalho, para os sacos suspensos na coluna de água (utilização de escovas de plásticas e de aço) não foi suficientemente eficiente, não sendo por isso o mais indicado. Futuramente, sugere-se uma limpeza mecânica com o auxílio de moto-bombas, de forma a aumentar a eficácia da mesma. Esta deverá ser realizada fora de água para assegurar uma maior limpeza dos sacos de cultivo. Esta limpeza mecânica poderá não resolver nomeadamente os problemas associados aos organismos oportunistas e incrustantes, presentes no interior dos sacos de cultivo. No entanto, poderá reduzir o problema

da colmatação que se verificou no projecto efectuado. Deste modo poderá haver a necessidade de se substituírem os sacos suspenso, devendo esta substituição ser efectuada com uma periodicidade bimestral.

Como alternativa à metodologia de cultivo (sacos suspenso) utilizada neste trabalho, uma proposta interessante será realizar a avaliação de uma estrutura de cultivo em cilindros de PVC (Anexo XII) descritos por Roncarati (2010). Segundo este autor, a nova estrutura de PVC apresentou melhores resultados quando comparada com uma estrutura semelhante a utilizada no trabalho, nomeadamente na taxa de sobrevivência e na qualidade da ostra produzida.

Os organismos incrustantes são um problema comum na produção de bivalves, variando a sua intensidade de região para região. Quando estes organismos se tornam numa situação incontrollada (estruturas e nos bivalves em produção) promovem um aumento do custo de manutenção, proporcionando perdas na produção (baixo crescimento pouca qualidade). Portanto, é essencial ter um controlo e maneio adequado, de forma a que os organismos não se fixem nas estruturas e assim se possa reduzir os custos de produção e assegurar a sua qualidade (Willemsen, 2005). Actualmente, para reduzir os organismos incrustantes presentes no cultivo de peixes em mar aberto, são utilizadas jaulas de cobre (APA, 2011). Estas estruturas flutuantes apresentam várias vantagens, promovendo a inibição ou retardar o crescimento de organismos incrustantes e o aparecimento de patologias, uma vez que melhora a circulação da água proporcionando uma maior homogeneidade dos níveis de oxigénio dentro da estrutura. As jaulas de cobre apresentam maior durabilidade, sendo 100% reciclável no final da sua vida útil e consegue manter a sua forma mesmo quando sujeito a condições adversas, é impenetrável aos predadores marinhos e a sua utilização diminui em 20% os custos de produção (APA, 2011). No entanto, para o cultivo de invertebrados desconhece-se até ao momento, se estas estruturas de cobre são uma alternativa viável. Para tal, é imprescindível a avaliação deste tipo de estruturas no que diz respeito à toxicidade e/ou bioacumulação de cobre nos organismos em produção.

Visto que a Ria de Aveiro é um ecossistema lagunar de baixa profundidade seria interessante reduzir o número de sacos suspensos na coluna de água, permitindo assim, a utilização de zonas de menor profundidade. Esta diminuição poderá promover novas concessões em áreas que não são propícias à instalação de mesas de cultivo, mas que são

favoráveis a esta metodologia, podendo assim aumentar o número de concessões disponíveis para a produção de bivalves na Ria de Aveiro.

É ainda importante referir que, o cultivo suspenso na coluna de água para a produção de amêijoas-boas pode ser uma alternativa interessante para os primeiros meses de vida, destes bivalves. Sabe-se que a maior mortalidade desta espécie ocorre o primeiro ano de vida, devido essencialmente a uma acção predatória (caranguejos) (Schuller, 1998). Portanto, este sistema (suspenso na coluna de água) poderá ser adoptado até a obtenção de um tamanho seguro para a amêijoas (quando esta se encontre menos vulnerável aos predadores), de forma a maximizar a sua sobrevivência.

Segundo a Comunidade Europeia (2011) deve-se apoiar a investigação e o desenvolvimento tecnológico para assim desenvolver uma aquacultura sustentável, moderna, eficiente, economicamente viável e respeitadora do meio ambiente. É igualmente aconselhado que para desenvolver a aquacultura nacional sejam promovidos grupos de investigação multidisciplinares e plataformas tecnológicas para a indispensável rentabilização dos investimentos na produção. No entanto, é importante referir que as zonas com potencial para a aquacultura são também zonas de conflito de interesses com outros sectores de actividade como a agricultura, a pesca, a náutica de recreio, entre outros. Um modelo possível a adoptar para uma melhor gestão da zona lagunar, no que diz respeito à optimização da produção, poderá ser o sistema de previsão em tempo real da circulação baroclínica na Ria de Aveiro, implementada desde 2009 (Oliveira et al., 2011). Este sistema prevê em tempo real a circulação e a agitação marítima, permitindo obter dados precisos para a escolha do local mais favorável à implementação do cultivo de bivalves. Deste modo, e a título experimental, podia ser interessante converter a concessão que existe na Ria de Aveiro, no canal de S. Jacinto-Estarreja, para a produção de mexilhão para espécies mais rentáveis como a ostra e a amêijoas. Este é um local apropriado para a implementação das estruturas de cultivo suspensas na coluna de água, uma vez que, apresenta uma profundidade considerável e contém igualmente estruturas flutuantes que poderão facilitar o manuseio durante a produção. Este local é já uma área concessionada eliminando assim quaisquer conflitos burocráticos e de interesses (ex: a náutica de recreio). Seria igualmente interessante ainda experimentar novas técnicas de cultivo, como por exemplo as estruturas de PVC descritas por Roncaratti (2010). Em resumo, é urgente proceder a uma alteração do paradigma de produção de bivalves na Ria



de Aveiro, uma vez que existe um risco crescente da produção de poder vir a tornar insustentável e/ou colapsar.



Referências bibliográficas

- Almeida, M. J., Machado, J., Coimbra, J., 1997, **Growth and Biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) at three fishfarm earthen ponds**, Journal of Shellfish Research, Vol. 16, Nº. 2, pp. 455-462.
- Almeida, M. J., Machado, J., Coimbra, J., 1999, **Growth and Biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) and *Ostrea edulis* (Linné) in two estuaries from the north of Portugal**, Journal of Shellfish Research, vol. 18, Nº 1, pp. 139-146.
- APA, 2011, **APA INFORMA**, Associação Portuguesa de Aquacultores, Nº 49, pp. 1-19.
- Bell, A. H., 2005, **The retention of Picoplankton by the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, and Implications for Oyster Culture**, Doctor of Philosophy, University of Auckland, New Zealand, pp. 1-201.
- BIM Corporate, 2003, **Australian Adjustable Longline Oyster Sistem on trail in Donegal**, BIM Aquaculture Newsletter, vol. 45, pp. 6.
- Bougrier, S., Geairon, P., Deslous-Paoli, M. J., Bacher, C., Joquières, J., 1995, **Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg)**, aquaculture, Vol. 134, pp. 143-154.
- Brown, M.R., McCausland, M. A., 2000, **Increasing the Growth of Juvenile Pacific oysters *Crassostrea gigas* by supplementary feeding with microalgal and dried diets**, Aquaculture Research, Vol. 31, pp. 671-682.
- Burge, C. A., Judah, L. R., Conquest, L. L., Griffin, F. J., 2007, **Summer seed mortality of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* Thunberg grown in Tomales Bay, California, USA: The influence of oyster stock, planting time, pathogens and environmental stressors**, Journal of Shellfish Research, Vol. 26, pp. 163-172.
- Camacho, A. P., 1980, **Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) y *Venerupis decussata* (Linné, 1767), com especial referência a los factores de la reproduccion**, Boletín, Instituto, Español, Oceanografía, Vol. 5, pp. 43-76.
- Cassis, D., Pearce, C. M., Maldonado, M. T., 2011, **Effects of the environment and culture depth on growth and mortality in juvenile Pacific oysters in Strait of Georgia, British Columbia**, Aquaculture Environment Interactions, Vol. 1, pp. 259-274.
- CE, 2011, **Um novo ímpeto para a estratégia de desenvolvimento sustentável da aquicultura europeia**, Comunidade Europeia, Jornal Oficial da União Europeia, C236 E/132, pp. 1-10.
- Costa, A.R.A., 2011, **Intertidal benthic macrofauna alterations due to oyster culture**, Tese de Mestrado em Biologia Aplicada - Ramos Biologia Marinha, Universidade de Aveiro, pp.1-51.
- Costil, C., Royer, J., Ropert, M., Soletchnik, P., Mathieu, M., 2005, **Spatio-temporal variations in biological performances and summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Normandy (France)**, Helgol Marine Resources, Vol. 59, pp. 286-300.

Despacho nº 19961/2008, **Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas**, Diário da República, 2ª Série, Nº 144, pp. 33428-33432.

DGPA, 2011, **Recursos da Pesca série estatística, Ano 2010**, Direcção Geral das Pescas e Aquicultura, Lisboa, Vol. 24 A-B, pp. 1-182.

Dias, J.M., Lopes, J.F., Dekeyser, I., 2000, **Tidal Propagation in Ria de Aveiro Lagoon, Portugal**, Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 4, Nº. 25, pp. 369-374.

Dias, J.M., Lopes, J.F., Dekeyser, I., 2003, **A numerical system to study the transport properties in the Ria de Aveiro lagoon**, *Ocean Dynamics*, Vol. 53, Nº 3, pp. 20-23.
(<http://dx.doi.org/10.1007/s10236-003-0048-5>).

Dias, J.M., Lopes, J.F., 2006, **Implementation and Assessment of Hydrodynamic, Salt and Heat Transport Model: The Case of Ria de Aveiro Lagoon (Portugal)**, Environmental Modelling & Software, Vol.21, pp. 1-15.

Dias, J.M., 2009, **Hidro/morfologia da Ria de Aveiro: alterações de origem antropogénica e natural**, *Debater A Europa*, pp. 1-23.
(<http://www.europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa/>).

Dias, M.A., 2008, **Biologia Pesqueira**, Mestrado em Biologia Marinha (2º Ciclo), Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, pp.1-17

DrapCentro, 2008, **Pescas e aquicultura na Região Centro: Breve caracterização**, Ministério da Agricultura, do desenvolvimento rural da pescas, pp.1-12.

FAO, 2010, **Global Aquaculture Production Statistics 2009**, FAO Fisheries and Aquaculture Department, pp. 1-2.

FAO, 2011a, **The state of World Fisheries and Aquaculture, 2010**, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, pp. 18-24.

FAO, 2011b, **Fisheries & Aquaculture**

Ferreira, I. M., 2003, **Crescimento e qualidade da ostra (*Crassostrea gigas*) em viveiros da Ria Formosa sujeitos a diferentes condições de cultura e situações ambientais**, Universidade do Porto.

Ferreira, J. G., Hawkins, A. J. S., Bricker, S. B., 2007, **Management of productivity, environmental effects and profitability of shellfish aquaculture - The Farm Aquaculture Research Management (FARM) model**, *Aquaculture*, Vol. 264, pp. 160-174.

Forrest, B. M., Keeley, N. B., Hopkins, G. A., Webb, S. C., Clement, D. M., 2009, **Bivalve aquaculture in estuaries: Review and synthesis of oyster cultivation effects**, *Aquaculture* Vol. 298, pp. 1-15.

Gangnery, A., Chahirand, J. M., Lagarde, F., Legall, P., Oheix, J., Bacher, C., Buestel, D., 2003, **Growth model of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, cultured in Thau Lagoon (Mediterranée, France)**, *Aquaculture*, Vol. 215, pp. 267-290.

García-Esquivel, Z., González-Gómez, M. A., Gómez-Togo, D. L., Bect, M.S.G., Ayón, M. H., 2000, **Microgeographic Differences in Growth, Mortality, and Biochemical composition of**



cultured Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) from San Quintin Bay, Mexico, Journal of Shellfish Research, Vol.19, Nº 2, pp. 789-797.

Gonçalves, A. C., 2010, **Qualidade e valorização em aquacultura**, Doutoramento em Farmácia, Universidade de Lisboa, pp. 1-144.

Henriques, M. A. R., 1998, **Manual de Aquacultura**, Universidade do Porto, 1ª edição, pp. 207.

INE, I.P., 2011, **Estatísticas da Pesca 2010**, Lisboa - Portugal.

IPIMAR, 2008, **Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal**, Publicações Avulsas do IPIMAR, Lisboa, Vol. 20, pp.171

Kaiser, M. J., Laing, I., Utting, S. D., Burnell, G. M., 1998, **Environmental Impacts of Bivalves Mariculture**, Journal of Shellfish Research, Vol. 17, Nº 1, pp. 59-66.

King, J. W., Malham, S. K., Skov, M. W., Cotter, E., Latchford, J. W., Culloty, S. C., Beaumont, A. R., 2006, **Growth of *Crassostrea gigas* spat and juveniles under differing environmental conditions at two site in Wales**, Aquaculture Living Resources, Vol. 19, pp. 289-297.

Kruskal W.H., Wallis, W.A,1952, **Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis** - Journal of the American Statistical Association, Vol. 47, Nº. 260, pp. 583-621.

Lapègue, S., Boudry, P., Gouletquer, 2006, **Pacific cupped oyster - *Crassostrea gigas***, Genimpact final scientific report, pg. 76-82

Lovatelli, A., 2004, **Hatchery Culture of Bivalves**, FAO Fisheries Technical Paper Vol. 471, pp19-30.

Mestre, P., 2008, **Elaboração de um projecto de uma unidade de piscicultura**, Mestrado integrado em medicina veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, pp. 1-115.

Moreira, L.R.M., 2008, ***Mytilus edulis* e *Mytilus galloprovincialis*: Característica e Aquicultura**, Mestrado de Toxicologia e Ecotoxicologia, Universidade de Aveiro, pp. 1-59.

Morgado, R., Nobre, M., Ribeiro, A., Puga, J., Luís, A., 2009, **A Importância do Salgado para a Gestão da Avifauna Limícola Invernante da Ria de Aveiro (Portugal)**, Revista Gestão Costeira Integrada, Vol. 9, Nº 3, pp. 79-93.

Nell, J., 2002, **The History of Oyster Farming in Australia**, Marine Fisheries Review, Vol. 63, pp. 14-25.

Oliveira, A., Rodrigues, M., Fortunato, A.B., Jesus, G., Ribeiro, N.A., Dodet, G., Dias J.M., 2011, **Previsão em Tempo Real da Circulação na Ria de Aveiro**, in Actas das Jornadas da Ria de Aveiro 2011, pp.310-315.

Pereira, J. C., 2008, **Perfis de RAPD-PCR em Populações de *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) do Sul de Portugal: Avaliação da Diversidade Genética**, Mestrado de Genética Molecular comparativa e tecnológica, Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro, pp. 1-138.



-
- Pinto, F. R., 1998, **Biologia dos Moluscos Bivalves**, in Manual de Aquacultura, Henriques, M., Universidade do Porto, 1ª edição, pp. 19-21.
- Pombo, A., 2008, **Microalgas cultivos e utilização**, Tecnologias de produção em aquacultura (texto de apoio), Escola Superior de Turismo e Tecnologias do Mar.
- Roncarati, A., Felici, A., Dees, A., Leila, F., Paolo, M., 2010, **Trials on Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg) rearing in middle Adriatic Sea by means of different trays**, Aquaculture Integrated. Vol.18: 35-43.
- Royer, J., Ropert, M., Costil, K., 2007, **Spatio-temporal changes in Mortality, Growth and Condition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Normandy (France)**, Journal of Shellfish Research, Vol. 26, No. 4, pp. 973-984.
- Santinha, P. J. M., 1998, **Dourada (*Sparus aurata*)**, in Manual de Aquacultura, Henriques, M., Universidade do Porto, 1ª edição, pp. 155-176.
- Saraiva, A. S. C., 2005, **Modelação Ecológica da Ria de Aveiro: O papel das macroalgas**, Mestrado em Ecologia, Gestão e Modelação do Recursos Marinhos, Universidade Técnica de Lisboa, pp. 1-211.
- Schuller, M. J., 1998, **Ostra (*Crassostrea* sp. e *Ostrea* sp.)** in Manual de Aquacultura, Henriques, M., Universidade do Porto, 1ª edição, pp. 59-70.
- Soletchnik, P., Faury, N., Gouletquer, P., 2006, **Seasonal changes in carbohydrate metabolism and its relationship with summer mortality of Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Marennes-Oléron bay (France)**, Aquaculture, Vol. 252, N°2-4, pp. 328-338.
- Vilela, H., 1950, **Vida Bentónica de *Tapes decussatus***, Trabalho. estação. Biologia. Mariha., Lisboa, Vol. 53, pp. 1-114.
- Vilela, H., 1975, **A respeito de Ostras: Biologia, Exploração e Slubridade**, Notas de Estudos 1, Secretaria do Estado das Pescas, pp. 219.
- Willemsen, P., 2005. **Biofouling in European aquaculture: is there an easy solution?**, TNO Science and Industry, pp.1-6. (<http://www.crabproject.com/index.php/uk/57/publications>)
- Zar, Jerrold H., 2010, **Biostatistical Analysis - 5th ed.**, New Jersey, Prentice Hall, Inc

Sites consultados

<http://www.fishbase.org/>

<http://www.eol.org/>

<http://www.catalogueoflife.org/>, consultado a 26 Julho 2011.

<http://www.oysters.us/>

<http://www.googleearth.com/>, consultado 20/04/2011.

http://www.ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index_pt.htm

<http://www.fao.org/fishery/collection/glossaryaquaculture/en>

http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index_pt.htm

<http://www.fao.org>, Consultado 13/08/11

<http://www.ine.pt>, Consultado 19/08/2011



IPL

escola superior de turismo
e tecnologia do mar
instituto politécnico de leiria

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – IPL
Mestrado Aquacultura

Anexos

Anexo I - Classificação das zonas de produção

Encontra-se em execução um programa que analisa a salubridade das zonas de produção de moluscos bivalves vivos (MBV). Este programa, desenvolvido pelo INRB, I.P./IPIMAR, analisa parâmetros microbiológicos, químicos e biotoxinas.

Os critérios estabelecidos para a análise microbiológica, nomeadamente de *Escherichia coli*, cujos resultados determinam as zonas de produção, encontram-se na Despacho 19961/2008 de 28 de Julho. Os resultados obtidos da análise microbiológica são então publicados no Diário da República, estipulando a classificação das zonas de produção.

Tabela 2: Tabela da Classificação das zonas de produção e respectivos critérios e resultados.

Classificação das Zonas de Produção	Crítérios	Resultados
A	≤ 230 <i>E. coli</i> / 100g parte edível e líquido intervalvar (FIL)	Directo para Consumo
B	[230;4 600] <i>E. coli</i> / 100g FIL	Seguir para Depuração
C	[4 600;46 000] <i>E. coli</i> / 100g FIL	Dois meses de transposição em Zona A, seguido de depuração
D	$> 46\ 000$ <i>E. coli</i> / 100g FIL	Impróprios para Consumo

Significado:

Classe A – Os bivalves podem ser apanhados e comercializados para consumo humano directo.

Classe B – Os bivalves podem ser apanhados e destinados a depuração, transposição ou transformação em unidade industrial.

Classe C – Os bivalves podem ser apanhados e destinados a transposição prolongada ou transformação em unidade industrial.

Proibida – Não é autorizada a apanha de moluscos bivalves.

Tabela 3: Classificação das zonas de apanha/cultivo de bivalves para a Ria de Aveiro

Zona de Produção	Zona de apanha/cultivo	Espécie	Classe	Espécies indicadoras
Ria de Aveiro	RIAV1 Triângulo das Correntes/ Moacha	Todas as espécies	B	Berbigão e Mexilhão
	RIAV2 Canal de Mira	Todas as espécies	B	Amêijoia -macha, Longueirão, Ostra e Berbigão
	RIAV3 Canal Principal/ Espinheiro	Todas as espécies	C	Amêijoia -macha e Berbigão
	RIAV4 Canal de Ílhavo	Todas as espécies	C	Berbigão

Anexo II - Produção mundial em aquacultura

Tabela 4: Tabela da produção mundial em aquacultura de 1970 a 2008, (FAO, 2011a).

Selected groups and countries		1970	1980	1990	2000	2006	2008
Africa	(tonnes)	10 271	26 202	81 015	399 788	754 406	940 440
	(percentage)	0.40	0.60	0.60	1.20	1.60	1.80
Sub-Saharan Africa	(tonnes)	4 243	7 048	17 184	55 802	154 905	238 877
	(percentage)	0.20	0.10	0.10	0.20	0.30	0.50
North Africa	(tonnes)	6 028	19 154	63 831	343 986	599 501	701 563
	(percentage)	0.20	0.40	0.50	1.10	1.30	1.30
America	(tonnes)	173 491	198 850	548 200	1 422 637	2 367 320	2 405 166
	(percentage)	6.80	4.20	4.20	4.40	5.00	4.60
Caribbean	(tonnes)	350	2 329	12 169	39 692	36 610	40 054
	(percentage)	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10
Latin America	(tonnes)	869	24 590	179 367	799 235	1 640 001	1 720 899
	(percentage)	0.00	0.50	1.40	2.50	3.50	3.30
North America	(tonnes)	172 272	171 931	356 664	583 710	690 709	644 213
	(percentage)	6.70	3.70	2.70	1.80	1.50	1.20
Asia	(tonnes)	1 786 286	3 540 960	10 786 593	28 400 213	41 860 117	46 662 031
	(percentage)	69.60	75.20	82.50	87.60	88.40	88.80
Asia excluding China	(tonnes)	1 021 888	2 211 248	4 270 587	6 821 665	11 831 528	13 717 947
	(percentage)	39.80	47.00	32.70	21.00	25.00	26.10
China	(tonnes)	764 380	1 316 278	6 482 402	21 522 095	29 856 841	32 735 944
	(percentage)	29.80	28.00	49.60	66.40	63.10	62.30
Near East	(tonnes)	18	13 434	33 604	56 453	171 748	208 140
	(percentage)	0.00	0.30	0.30	0.20	0.40	0.40
Europe	(tonnes)	510 713	770 200	1 616 287	2 072 160	2 209 097	2 366 354
	(percentage)	19.90	16.40	12.40	6.40	4.70	4.50
Non-EU countries (+ Cyprus and Israel)	(tonnes)	39 431	49 985	582 305	676 685	925 664	1 088 594
	(percentage)	1.50	1.10	4.50	2.10	2.00	2.10
EU countries (27)	(tonnes)	471 282	720 215	1 033 982	1 395 475	1 283 433	1 277 760
	(percentage)	18.40	15.30	7.90	4.30	2.70	2.40
Oceania	(tonnes)	8 421	12 224	42 005	121 312	160 126	172 214
	(percentage)	0.30	0.30	0.30	0.40	0.30	0.30
World	(tonnes)	2 566 882	4 705 841	13 074 100	32 416 110	47 351 066	52 546 205

Notes: Data exclude aquatic plants. Data for 2008 contain provisional data of some countries.

Anexo III - Produção em aquacultura por tipos de regime: Extensivo, Semi-Intensivo e Intensivo.

Tabela 5: Produção aquícola em águas interiores e oceânicas por tipo de água e regime, segundo as espécies, (INE,2011).

Portugal		Águas doces, salobras e marinhas							
Principais espécies		Total		Extensivo		Intensivo		Semi-intensivo	
		t	1000 Euros	t	1000 Euros	t	1000 Euros	t	1000 Euros
		Portugal	2008	7 987	43 207	3 988	23 849	2 058	8 756
	2009	7 993	44 262	3 750	23 834	2 572	11 896	1 671	8 531
Águas doces		936	2 077	0	0	936	2 077	0	0
Truta arco-íris		931	2 055	0	0	931	2 055	0	0
Truta comum		1	9	0	0	1	9	0	0
Truta marisca		4	13	0	0	4	13	0	0
Águas salobras e marinhas		7 057	42 185	3 750	23 834	1 636	9 820	1 671	8 531
Peixes		3 205	18 490	68	353	1 606	9 803	1 531	8 334
Atum rabilho		40	716	0	0	40	716	0	0
Corvina legítima		44	210	0	0	11	52	33	157
Dourada		1 383	6 370	51	235	524	2 411	809	3 724
Enguia europeia		1	5	ə	3	0	0	ə	2
Linguado legítimo		14	190	1	17	9	120	4	54
Pregado		1 276	8 118	0	0	1 002	6 371	275	1 747
Robalo legítimo		444	2 871	15	95	21	133	409	2 643
Sargo legítimo		1	4	ə	ə	0	0	1	4
Diversos		2	5	1	2	0	0	1	3
Moluscos e Crustáceos		3 851	23 695	3 681	23 482	30	16	140	197
Amêijoas		2 347	22 186	2 336	22 081	0	0	11	105
Berbigão vulgar		249	152	249	152	0	0	0	0
Lambujinha		4	5	4	5	0	0	0	0
Longueirão		3	7	3	7	0	0	0	0
Mexilhões nep		304	163	274	147	30	16	0	0
Ostra europeia		1	3	1	3	0	0	0	0
Ostra japonesa		461	829	461	829	0	0	0	0
Ostra portuguesa		5	8	5	8	0	0	0	0
Ostras nep (q)		477	339	349	248	0	0	128	91
Diversos		1	2	ə	1	0	0	ə	1

(q) Espécies de regime extensivo, produzidas em pisciculturas de tipo misto (extensivo e semi-intensivo) classificadas como semi-intensivas em função do regime de produção predominante.

Anexo IV - Material utilizado no projecto.

Material

Tabela 6: Material utilizado no projecto.

Quantidade	Descrição do material	Custo (€)
205	Sacos ostreícolas de pré-engorda (4mm)	315,70
100	Estruturas de ferro para aumentar a área dentro dos sacos,	800,00
40	Cabos para o suporte dos sacos no conjunto (Cultivo suspenso na coluna de água)	60,00
780	Ganchos para fechar e fixar os sacos aos cabos incluindo ao cabo de aço	30,00
3	Alicates (2 de corte e 1 de pontas)	15,00
1	Carro de mão para o auxílio no maneo	57,00
4	Caixas furadas de diversos tamanhos para auxiliar o maneo	96,00
3	Cabos fortes para auxiliar a subida e descida dos sacos suspensos na coluna de água	12,00
4	Escovas para limpar os sacos do cultivo suspenso	5,00
15	Pares de luvas	22,50
1	Tesoura para cortar os cantos dos sacos	3,50
10	Elásticos e respectivos ganchos para fixar os sacos às mesas de cultivo	6,00
1	Balança digital	30,00
1	Paquímetro	12,00
525	Sacos para a recolha	
525	Etiquetas para a identificação dos sacos da recolha	
3	Recipientes para auxiliar a pesagem dos indivíduos	
1	Arca para conservar o material biológico até ao seu tratamento	
	Todo o material mergulho necessário para 3 mergulhadores para auxiliar o cultivo na coluna de água.	2400,00
	Todo o material necessário para a deslocação no viveiro (Cultivo em mesas)	100,00
	Viatura VW LT35 utilizada para deslocação, transporte de equipamentos e ostra, adquirida para o projecto por 4,500€ e vendida após o projecto por 2000€	2500,00
	trabalhos iniciais d preparação do terreno e limpeza de cerca de seis Toneladas mexilhão, montagem dos cabos e estruturas	4000,00
	Mão de obra ao longo do projecto (monitorização e manutenção da estrutura)	4000,00

Material Biológico

Tabela 7: Material Biológico utilizado no projecto.

Quantidade	Descrição do material	Custo (€)
50000	Semente de ostra japonesa (<i>Crassostrea gigas</i>) (± 4 mm)	6,00€/1000
5000	Semente de amêijoa-boia (<i>Ruditapes decussatus</i>) (± 4 mm)	12,00€/100 0

Anexo V - Avaliar a sobrevivência das ostras cultivadas na coluna de água, a favor e contra a corrente e ainda a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, simultaneamente.

Tabela 8: Análise estatística 2way-ANOVA para comparar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água em monocultivo a favor e contra a corrente e ainda comparar a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, relativamente à sobrevivência.

Descriptive Statistics
 Dependent Variable: square_sobrev

Corrente	Nível	Mean	Std. Deviation	N
Contra Corrente	1	658,1600	151,49687	5
	2	748,2240	180,36850	5
	3	638,2640	127,76284	5
	4	639,8160	97,33543	5
	5	564,7520	104,76826	5
	Total		649,8432	137,71158
Favor Corrente	1	652,3280	191,05830	5
	2	832,7760	414,88590	5
	3	635,7680	137,68049	5
	4	464,3200	304,16715	5
	5	680,1840	344,73591	5
	Total		653,0752	295,84480
Total	1	655,2440	162,58445	10
	2	790,5000	304,87247	10
	3	637,0160	125,22541	10
	4	552,0680	232,13130	10
	5	622,4680	247,78761	10
	Total		651,4592	228,38642

Levene's Test of Equality of Error Variances^a
 Dependent Variable: square_sobrev

F	df1	df2	Sig.
2,071	9	40	,056

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + id_cor + id_nv + id_cor * id_nv

Tests of Between-Subjects Effects
 Dependent Variable: square_sobrev

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	431025,440 ^a	9	47891,716	,902	,533
Intercept	2,122E7	1	2,122E7	399,466	,000
id_cor	130,573	1	130,573	,002	,961
id_nv	302743,751	4	75685,938	1,425	,243
id_cor * id_nv	128151,116	4	32037,779	,603	,663
Error	2124832,052	40	53120,801		
Total	2,378E7	50			
Corrected Total	2555857,492	49			

a. R Squared = ,169 (Adjusted R Squared = -,018)

Anexo VI - Avaliar o crescimento das ostras cultivadas na coluna de água, a favor e contra a corrente e ainda a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, simultaneamente.

Tabela 9: Análise estatística 2way-ANOVA para comparar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água em monocultivo a favor e contra a corrente e ainda comparar a sua posição nos diferentes níveis da estrutura de cultivo, relativamente ao crescimento.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Peso (g)

Corrente	Nível	Mean	Std. Deviation	N
Contra Corrente	1	34,333	6,5429	15
	2	31,733	9,1805	15
	3	34,567	6,8004	15
	4	32,067	5,7410	15
	5	30,600	4,2393	15
	Total		32,660	6,6962
Favor Corrente	1	34,133	4,3444	15
	2	33,333	2,8200	15
	3	32,667	2,3197	15
	4	31,300	4,4272	15
	5	36,433	5,1335	15
	Total		33,573	4,2112
Total	1	34,233	5,4579	30
	2	32,533	6,7222	30
	3	33,617	5,0849	30
	4	31,683	5,0523	30
	5	33,517	5,4953	30
	Total		33,117	5,5934

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Peso (g)

F	df1	df2	Sig.
2,705	9	140	,006

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + id_cor + nv + id_cor * nv

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	427,742 ^a	9	47,527	1,572	,129
Intercept	164507,042	1	164507,042	5439,577	,000
id_cor	31,282	1	31,282	1,034	,311
nv	121,550	4	30,387	1,005	,407
id_cor * nv	274,910	4	68,727	2,273	,064
Error	4233,967	140	30,243		
Total	169168,750	150			
Corrected Total	4661,708	149			

a. R Squared = ,092 (Adjusted R Squared = ,033)

Anexo VII - Avaliar as diferenças entre os três tipos de cultivo suspensos na coluna de água, monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima, relativamente à sobrevivência das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4), em simultâneo.

Tabela 10: Análise estatística 2way-ANOVA para avaliar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água entre os três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima, relativamente à sobrevivência das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Sobrevivência (%)

Nível	Tipo Cultivo	Mean	Std. Deviation	N
2	Monocultivo	27,200	3,2373	5
	Policultivo (amêijoas em baixo)	26,800	1,7944	5
	Policultivo (amêijoas em cima)	26,840	2,8719	5
	Total	26,947	2,5111	15
3	Monocultivo	25,160	2,5589	5
	Policultivo (amêijoas em baixo)	27,560	2,2512	5
	Policultivo (amêijoas em cima)	25,680	1,8794	5
	Total	26,133	2,3381	15
4	Monocultivo	25,240	1,8569	5
	Policultivo (amêijoas em baixo)	28,440	2,1326	5
	Policultivo (amêijoas em cima)	25,240	1,8407	5
	Total	26,307	2,3855	15
Total	Monocultivo	25,867	2,6084	15
	Policultivo (amêijoas em baixo)	27,600	2,0368	15
	Policultivo (amêijoas em cima)	25,920	2,1958	15
	Total	26,462	2,3836	45

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Sobrevivência (%)

F	df1	df2	Sig.
,665	8	36	,718

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + id_nv + id_tpcult + id_nv * id_tpcult

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Sobrevivência (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	56,066 ^a	8	7,008	1,301	,274
Intercept	31511,214	1	31511,214	5849,854	,000
id_nv	5,506	2	2,753	,511	,604
id_tpcult	29,148	2	14,574	2,706	,080
id_nv * id_tpcult	21,412	4	5,353	,994	,423
Error	193,920	36	5,387		
Total	31761,200	45			
Corrected Total	249,986	44			

a. R Squared = ,224 (Adjusted R Squared = ,052)

Anexo VIII - Avaliar as diferenças entre os três tipos de cultivo suspensos na coluna de água, monocultivo, policultivo com amêijoia em baixo e policultivo com amêijoia em cima, relativamente ao crescimento das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4), em simultâneo.

Tabela 11: Análise estatística 2way-ANOVA para avaliar as ostras do cultivo suspenso na coluna de água entre os três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoia em baixo e policultivo com amêijoia em cima, relativamente ao crescimento das ostras e ainda à sua posição nos diferentes níveis da estrutura (2, 3 e 4).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Peso (g)

Nível	Tipo de Cultivo	Mean	Std. Deviation	N
2	Monocultivo	31,733	9,1805	15
	Policultivo (Amêijoia em baixo)	36,733	2,2980	15
	Policultivo (Amêijoia em cima)	35,367	4,3197	15
	Total	34,611	6,2440	45
3	Monocultivo	34,567	6,8004	15
	Policultivo (Amêijoia em baixo)	35,267	6,1321	15
	Policultivo (Amêijoia em cima)	39,967	4,1981	15
	Total	36,600	6,1779	45
4	Monocultivo	32,067	5,7410	15
	Policultivo (Amêijoia em baixo)	39,300	2,5057	15
	Policultivo (Amêijoia em cima)	39,067	6,6732	15
	Total	36,811	6,1785	45
Total	Monocultivo	32,789	7,3248	45
	Policultivo (Amêijoia em baixo)	37,100	4,2993	45
	Policultivo (Amêijoia em cima)	38,133	5,4558	45
	Total	36,007	6,2336	135

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Peso (g)

F	df1	df2	Sig.
3,818	8	126	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + nv + id_tp_cult + nv * id_tp_cult

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1098,526 ^a	8	137,316	4,211	,000
Intercept	175032,007	1	175032,007	5367,947	,000
nv	132,604	2	66,302	2,033	,135
id_tp_cult	723,248	2	361,624	11,090	,000
nv * id_tp_cult	242,674	4	60,669	1,861	,121
Error	4108,467	126	32,607		
Total	180239,000	135			
Corrected Total	5206,993	134			

a. R Squared = ,211 (Adjusted R Squared = ,161)



Tabela 12: Análise estatística não paramétrica, teste de Kruskal Wallis com o fim de avaliar as diferenças no crescimento das ostras do cultivo suspenso na coluna de água nos três tipos de cultivo monocultivo, policultivo com amêijoas em baixo e policultivo com amêijoas em cima.

Teste estatístico de Kruskal Wallis, a	
	Peso (g)
Chi-square	20.878
Df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Tipo de Cultivo

Anexo IX - Avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente à sobrevivência e ao crescimento (g) das ostras.

Tabela 13: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente à sobrevivência das ostras.

Group Statistics									
Modo Cultivo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Sobrevivência (%)	Cultivo em mesas	5	38,840	3,3508	1,4985				
	Cultivo suspenso	25	25,360	2,6445	,5289				

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Sobrevivência (%)	Equal variances assumed	,706	,408	9,982	28	,000	13,4800	1,3504	10,7138	16,2462
	Equal variances not assumed			8,483	5,046	,000	13,4800	1,5891	9,4061	17,5539

Tabela 14: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças entre os dois modos de cultivo, cultivo suspenso na coluna de água e o cultivo em mesas, relativamente ao crescimento das ostras.

Group Statistics									
Modo de Cultivo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Peso (g)	Mesas	15	13,300	2,7954	,7218				
	Suspenso	75	32,660	6,6962	,7732				

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Peso (g)	Equal variances assumed	6,207	,015	-10,968	88	,000	-19,3600	1,7652	-22,8679	-15,8521
	Equal variances not assumed			-18,303	51,692	,000	-19,3600	1,0577	-21,4828	-17,2372

Anexo X - Avaliar as diferenças no peso da concha da ostra (50-64 mm) entre os dois modos de cultivo (mesas e suspenso na coluna de água)

Tabela 15: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças no peso da concha das ostras entre os dois modos de cultivo (mesas e suspenso na coluna de água).

Group Statistics					
	Modo de Cultivo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Peso Concha (g)	mesas	16	11.2613	2.67323	.66831
	suspenso	25	11.7468	3.18603	.63721

		Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Peso Concha (g)	Equal variances assumed	.042	.839	-.506	39	.616	-.48555	.96021	-2.42776	1.45666
	Equal variances not assumed			-.526	36.049	.602	-.48555	.92340	-2.35820	1.38710

Anexo XI - Avaliar as diferenças na sobrevivência e no crescimento das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5).

Tabela 16: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças na sobrevivência das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5).

Group Statistics									
Tipo Cultivo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Sobrevivência (%)	Policultivo (amêijoas em baixo)	5	35,680	14,9309	6,6773				
	Policultivo (amêijoas em cima)	5	48,480	24,5098	10,9611				

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Sobrevivência (%)	Equal variances assumed	,729	,418	-,997	8	,348	-12,8000	12,8348	-42,3972	16,7972
	Equal variances not assumed			-,997	6,609	,354	-12,8000	12,8348	-43,5169	17,9169

Tabela 17: Análise estatística t-student para avaliar as diferenças no crescimento das amêijoas do cultivo suspenso relativamente à sua posição na estrutura de cultivo (nível 1 ou nível 5).

Group Statistics					
Nível	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Peso (g)	1	2,833	,5233	,1351	
	5	2,467	,4806	,1241	

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Peso (g)	Equal variances assumed	,528	,474	1,999	28	,055	,3667	,1834	-,0091	,7424
	Equal variances not assumed			1,999	27,800	,055	,3667	,1834	-,0092	,7426

Anexo XII - Sistema inovador para o cultivo de ostras na coluna de água.



Figura 51: Estrutura em PVC para o cultivo de ostras na coluna de água (Roncaratti, 2010).