



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**Condições ambientais e nutricionais no crescimento em
berçário de juvenis de ostra (*Crassostrea* spp.)**

Guilherme Maria Cornelio da Silva Leão

Tese para obtenção do Grau Mestre em Aquacultura e Pescas

Tese executada sob a orientação de:

Prof. Doutora Sofia Gamito,

François Hubert

2016

Condições ambientais e nutricionais no crescimento em berçário de juvenis de ostra (*Crassostrea spp.*)

Declaração de autoria de trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Guilherme Maria Cornelio da Silva Leão

Copyright© Guilherme Maria Cornelio da Silva Leão

A Universidade do Algarve tem o direito perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de reportórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Obrigado avós e restante família pelo apoio que recebi enquanto estudante.

Um grande obrigado aos meus orientadores e co-orientadora, Professora Doutora Sofia Gamito, François Hubert e Professora Doutora Margarida Reis.

Obrigado Professora Doutora Elsa Cabrita pela professora e diretora que foi durante o mestrado, sempre disponível para ajudar.

Obrigado Bivalvia pela oportunidade que me deram de realizar a experiência exposta nesta tese e todo o conhecimento que pude adquirir através da empresa.

Resumo

As ostras dependem das oscilações das condições ambientais e um melhor entendimento das suas variáveis pode ajudar a melhorar a sua cultura. No entanto, também dependem do tipo de ostra em cultivo e neste sentido o objetivo deste estudo foi investigar sobre a influência das condições ambientais da Ria Formosa no crescimento em berçário de diferentes tipos de ostras juvenis: *Crassostrea gigas* diploides, *C. gigas* triploides e *C. angulata*.

Este estudo realizou-se no berçário Bivalvia e na Universidade do Algarve. O berçário é composto por dois tanques que servem de reservatórios de água para um terceiro tanque central, onde reside uma plataforma que sustenta vários tanques de *upwelling* onde as ostras estão assentes. Os tanques reservatórios utilizam água proveniente da Ria Formosa e um dos seus objetivos é induzir um aumento na quantidade de microalgas e alimento para as ostras, através dos nutrientes neles disponíveis. Com o intuito de verificar as diferenças das variáveis ambientais num sistema como o referido berçário, a análise dos parâmetros da água foi feita no berçário e na Ria Formosa. Em relação às ostras, foram colhidas amostras dos diferentes lotes e fizeram-se cálculos para se estimar as taxas de crescimento e taxas de mortalidade.

De acordo com os resultados, concluiu-se que a diferença de partículas entre os tanques do berçário e a Ria Formosa é pouca, mas que a quantidade de partículas na água parece ser suficiente. Não houve uma grande relação entre a taxa de mortalidade e a taxa de crescimento com o número de partículas na água, o pH e a salinidade. Foi mais visível a relação do aumento da temperatura com o aumento da taxa de crescimento e a taxa de mortalidade. As *C. gigas* triploides foram as ostras que tiveram maiores taxas de crescimento e menores taxas de mortalidade.

Termos chave: *Crassostrea gigas*, *Crassostrea angulata*, diploides, triploides

Abstract

In extensive oyster culture, their production depends, among several factors, on the environmental conditions, but also on their genetics. For that reason, this study aimed at researching the effect of the environmental conditions in Ria Formosa on a nursery culture of different types of juvenile oysters: *Crassostrea gigas* diploids, *C. gigas* triploids and *C. angulata*.

The study took place on the Bivalvia nursery and in the University of Algarve. The nursery is composed of two water reservoirs tanks, which provide water and food to a central tank, where a platform sustains several upwelling tanks with oysters. The water reservoirs use water from the Ria Formosa and one of their purposes is to induce a growth of microalgae, which is food for oysters, using the existing nutrients. The water analysis was carried out in the nursery and directly in the Ria Formosa. Oysters from different lots were sampled to evaluate their growth and mortality rates.

According to the results, it was concluded that the amount of particles in the water, which indicates the amount of food potentially available to feed the oysters, seemed to be sufficient. However, the difference between the amount of particles in the nursery and in the Ria Formosa is small, which means that these system might not have been efficient in increasing the amount of phytoplankton available. The higher the amount of food available, the higher the specific growth rate of triploid oysters. Other oyster types did not show a significant correlation between available food and growth. Diploid oysters' mortality rate might have been potentiated by higher salinities. It was also possible to see a relation, although not significant, between increasing temperature values and increasing growth and mortality rates. The triploids *C. gigas* were the oysters which had the higher growth and the lower mortality rates.

Key words: *Crassostrea gigas*, *Crassostrea angulata*, diploids, triploids

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento geral e objetivos.....	1
1.2. Situação das pescas e da aquacultura.....	1
1.3.1. Cultivo de <i>Crassostrea gigas</i>	2
1.3.2. Sobre diploides e triploides.....	5
1.3.3. Métodos de cultivo.....	6
1.3.4. Doenças nas ostras.....	9
1.4. Ria formosa.....	10
2. Material e métodos.....	12
2.1. Berçário.....	12
2.2. Crivagem.....	15
2.3. Amostragens de água.....	16
2.4. Análises efetuadas.....	17
2.4.1. Sedimentação e observação ao microscópio.....	17
2.4.2. Estimativa do alimento disponível na água.....	18
2.5. Avaliação dos stocks de ostras.....	18
2.5.1. Peso individual.....	19
2.5.2. SGR/TCE do peso individual.....	19
2.5.3. TCE do peso individual ponderado.....	20
2.5.4. Taxa de mortalidade.....	20
2.5.5 Análise dos resultados.....	21
3. Resultados.....	21
3.1. Temperatura do ar e precipitação.....	21
3.2. Parâmetros da água.....	23

3.2.1. Temperatura.....	24
3.2.2. Salinidade.....	25
3.2.3. pH.....	25
3.3. Quantidade de partículas presentes na água.....	26
3.3.1 Quantidade de partículas presentes no circuito usado.....	27
3.3.2. Quantidade de partículas presentes na saída.....	28
3.3.3. Quantidade de partículas presentes na ria.....	39
3.3.4. Relação entre o número total de partículas presentes na água e o número de partículas que podem ser ingeridas pelas ostras.....	31
3.4. Peso individual das ostras.....	34
3.5. Peso individual versus taxa de crescimento específico do peso individual.....	35
3.6. Taxa de crescimento específico do peso individual ponderado.....	37
3.7. Relação entre a taxa de crescimento específico do peso individual e as condições ambientais.....	40
3.7.1. Taxa de crescimento específico do peso individual e temperatura.....	40
3.7.2. Taxa de crescimento específico do peso individual e nº de partículas.....	41
3.7.3. Taxa de crescimento específico do peso individual e nº de partículas potencialmente utilizáveis.....	43
3.8. Taxa de Mortalidade.....	44
3.9. Relação entre a taxa de mortalidade e as condições ambientais.....	46
3.9.1. Taxa de mortalidade e temperatura da água.....	46
3.9.2. Taxa de mortalidade e nº de partículas no circuito usado.....	48
3.10. Correlação entre TCE, mortalidade e variáveis ambientais.....	59
4. Discussão.....	51
Referências.....	63

Anexo.....	68
------------	----

Índice de figuras

Figura 1.3.1.1 Distribuição da ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* (Miossec, Le Deuff, & Gouilletquer, 2009)

Figura 1.3.3.1 Representação de um berçário de bivalves pela FAO. Legenda da figura: 1- tanques de suplemento ao tanque central; 2- tanque central; 3- tanques de upwelling; 4- zona de trabalho em terra; 5- entrada de água; 6- saída da água 7- tanques de upwelling; 8- moinho de água. (Figura retirada de Helm et al. 2004).

Figura 2.1.1 Representação esquemática do berçário da Bivalvia. 1- Circuito Norte (CN); 2- Circuito Sul (CS); 3- Comporta que liga o CN ao tanque central; 4- Comporta que liga o CS ao tanque central; 5- Comporta que liga a área da saída do tanque central, com o CN; 6- Comporta que liga a área da saída do tanque central, com o CS; 7- Comporta que liga o CN à Ria Formosa; 8, 9 e 10- Comportas que ligam o CS com a Ria Formosa; 11, 12 e 13- Bombas que abastecem o sistema com água da Ria Formosa; 14- Bomba que abastece o CN com água da Ria Formosa; 15- Comporta que liga o CN ao CS.

Figura 3.1.1 Registo da temperatura do ar em São Brás de Alportel entre 2015 e 2016, figura retirada da base de dados Snirh, através do link:
<http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.6>.

Figura 3.1.2 Registo da precipitação em São Brás de Alportel entre 2015 e 2016, figura retirada da base de dados Snirh, através do link:
<http://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.1>

Figura 3.2.1.1 Temperatura nos quatro pontos de amostragem, CN-Circuito Norte, CS-Circuito Sul, SAI-Saída e RIA, em função do tempo.

Figura 3.2.2.1 Salinidade PSU nos quatro pontos de amostragem, CN, CS, SAI e RIA, em função do tempo.

Figura 3.2.3.1 pH nos quatro pontos de amostragem, CN, CS, SAI e RIA, em função do tempo.

Figura 3.3.1 Número total de partículas por cada 0,0001 ml nos quatro pontos de amostragem.

Figura 3.3.1.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água do circuito que esteve a ser utilizado. Os pontos cor de laranja correspondem às alturas em que esteve a ser utilizado o CS, os pontos azuis às alturas em que esteve a ser utilizado o CN e os pretos quando ambos os circuitos estiveram a ser utilizados ao mesmo tempo.

Figura 3.3.2.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água da saída. Os pontos cor de laranja correspondem às alturas em que esteve a ser utilizado o CS, os pontos azuis às alturas em que esteve a ser utilizado o CN e o preto quando ambos os circuitos estiveram a ser utilizados ao mesmo tempo.

Figura 3.3.3.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água da ria.

Figura 3.3.3.2 Número de partículas presentes nas amostragens de água da ria, sem a amostra da semana 59.

Figura 3.3.4.1 Número total de partículas e partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras (número de partículas sem os detritos e partículas menores que $5\mu\text{m}$, t-(d+p)), nas amostras da ria. Este gráfico exclui os dados da semana 59. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A7 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

Figura 3.3.4.2 Número total de partículas, “total” e número de partículas sem os detritos e partículas menores que $5\mu\text{m}$, “t-(d+p)”, nas amostras do circuito usado. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A4 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

Figura 3.3.4.3 Número total de partículas, “total” e número de partículas sem os detritos e partículas menores que $5\mu\text{m}$, “t-(d+p)”, nas amostras da saída. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A5 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

Figura 3.3.4.4 Número de partículas por cada 0,0001 ml, sem os detritos e sem partículas inferiores a $5\mu\text{m}$, nos quatro pontos de amostragem.

Figura 3.4.1 Peso individual das ostras de todos os lotes ao longo das semanas.

Figura 3.5.1 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes diploides.

Figura 3.5.2 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes diploides sem o “outlier”.

Figura 3.5.3 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes triploides.

Figura 3.5.4 Peso individual versus TCE do peso individual no lote angulata.

Figura 3.6.1 TCE do peso individual ponderado (%) entre os lotes diploides.

Figura 3.6.2 TCE do peso individual ponderado (%) entre os lotes triploides.

Figura 3.6.3 TCE do peso individual ponderado (%) no lote angulata.

Figura 3.7.1.1 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, nos lotes diploides.

Figura 3.7.1.2 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, nos lotes triploides.

Figura 3.7.1.3 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, no lote angulata.

Figura 3.7.2.1 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes diploides e o n° de partículas presentes no circuito usado.

Figura 3.7.2.2 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes triploides e o n° de partículas presentes no circuito usado.

Figura 3.7.2.3 Relação entre a TCE do peso individual no lote angulata e o n° de partículas presentes no circuito usado.

Figura 3.7.3.1 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes diploides e o n° de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

Figura 3.7.3.2 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes triploides e o nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

Figura 3.7.3.3 Relação entre a TCE do peso individual no lote angulata e o nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

Figura 3.8.1 Taxa de mortalidade nos lotes diploides de *C. gigas*.

Figura 3.8.2 Taxa de mortalidade nos lotes triploides.

Figura 3.8.3 Taxa de mortalidade no lote angulata.

Figura 3.9.1.1 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade nos lotes diploides.

Figura 3.9.1.2 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade nos lotes triploides.

Figura 3.9.1.3 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade no lote angulata.

Figura 3.9.2.1 Relação entre o nº de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade nos lotes diploides.

Figura 3.9.2.2 Relação entre o nº de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade nos lotes triploides.

Figura 3.9.2.3 Relação entre o nº de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade no lote angulata.

Índice de tabelas

Tabela 2.1.1 Malha dos tanques para as respectivas classes de tamanho das ostras

Tabela 2.1.2 Quantidade de ostras indicada para cada classe de tamanho

Tabela 2.1.3 Datas do ano correspondentes ao início das respectivas semanas e estações do ano em que se encontram. Os números entre parêntesis correspondem aos números da semana de 2016 de acordo com o sistema “ISO week date standard (ISO-8601)”.

Tabela 2.5.1 Lotes de ostras utilizados nesta experiência

Tabela 3.2.1 Circuito que esteve a ser usado, conectado ao tanque central, ao longo das semanas de trabalho.

Tabela 3.3.4.1 ANOVA efetuada sobre a informação relativa às partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras.

Tabela 3.3.4.2 Comparações entre pares de variáveis – entre o circuito em utilização (Part circuito) e o tanque de ostras (Part saída) e entre o circuito e a Ria (Part Ria)

Tabela 3.10.1 Valores médios da taxa de crescimento específico (TCE) de ostras triploides (trip) ou diploides (dip), taxa de mortalidade (Mort), temperatura (temp), salinidade (sal), pH, nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras no circuito em utilização (circuito), no tanque de cultivo de ostras (saída) e na Ria.

Tabela 3.10.2 Correlações entre as variáveis da Tabela 3.10.1, considerando somente a informação relativa às semanas 50-53 e seguintes. Foram assinaladas a amarelo as correlações significativas.

Tabela A1 Valores da temperatura da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

Tabela A2 Valores da salinidade da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

Tabela A3 Valores do pH da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

Tabela A4 Número de partículas presentes nas amostras do circuito usado.

Tabela A5 Número de partículas presentes nas amostras da saída.

Tabela A6 Número de partículas presentes nas amostras da ria.

1. Introdução

1.1. Enquadramento geral e objetivos

Este trabalho decorreu na empresa de aquacultura Bivalvia, situada no Parque Natural da Ria Formosa e na Universidade do Algarve, no campus de Gambelas.

A Bivalvia faz cultivo de bivalves com pré-engorda e engorda em berçário, onde foi acompanhado o crescimento de lotes de ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* e de ostra portuguesa, *Crassostrea angulata* e analisada a influência das condições ambientais.

O objetivo deste trabalho foi assim de analisar o crescimento de ostras do pacífico, diploides e triploides, e de ostras portuguesas juvenis, e relacionar esse crescimento com as condições ambientais, nomeadamente temperatura da água, pH, salinidade e quantidade de alimento disponível.

1.2. Situação das pescas e da aquacultura

Durante o século XX a captura total de pescas atingiu valores insustentáveis, fazendo com que alguns stocks diminuíssem em quantidade, deixando algumas espécies em risco de extinção (Gormaz et al. 2014). Para ser possível fornecer alimentos provenientes do mar à população mundial, que está em constante crescimento, a indústria da aquacultura tem vindo a aumentar, tentando desta forma compensar os valores da captura total de pescas e assim ajudando também a prevenir o decréscimo da vida marinha (Naylor et al., 2000; Ashley, 2007). As capturas mundiais de pescado aumentaram de aproximadamente 20 milhões de toneladas em 1950 para aproximadamente 90 milhões de toneladas em 2010, tendo o sector da aquacultura respondido com um aumento de produção de aproximadamente 2,5 milhões de toneladas em 1970 para 59,8 milhões de toneladas em 2010, uma expansão enorme que fez com que nos dias de hoje este sector represente quase metade da produção total de pescado (FAO, 2012).

A aquacultura é uma prática milenar. Há 4000 anos atrás os egípcios mantinham a tilápia-do-nilo em viveiro (Federal & Pernambuco, 2008). O cultivo de bivalves também é uma das práticas mais antigas de aquacultura, com registos de cultivo de ostras desde o tempo do império romano (Duthie, 2012). No entanto, tem sido nas últimas décadas que esta indústria tem crescido a uma escala maior. Por ser uma indústria ainda em expansão há várias adversidades por resolver, como definir as melhores condições ambientais para

cada espécie, os parâmetros da água, doenças, a densidade dos stocks, tipo e quantidade de alimento e tudo o que possa causar stress aos animais. Em geral deve-se minimizar tudo que possa causar stress a qualquer espécie, de forma a evitar o decréscimo da taxa de crescimento, redução da capacidade reprodutiva, atrofia do sistema imune e por fim causar a morte (Ashley, 2007).

1.3.1. Cultivo de *Crassostrea gigas*

A espécie *Crassostrea gigas*, com o nome comum de ostra do Pacífico, foi introduzida um pouco por todo o mundo, na costa oeste dos Estados Unidos da América nos anos 20 do século passado e em França nos anos 60, com o propósito de substituir as ostras nativas vítimas de doenças e altas taxas de mortalidade e também de aumentar o tamanho desta indústria (His & Seaman, 1992). *C. gigas* é originária da região do Japão e Coreia, sendo que o registo escrito mais antigo em que consta a existência desta espécie refere a baía de Hiroshima no século dezasseis (Miossec, et al. 2009). No entanto, com intenções de a produzir em aquacultura, esta espécie acabou por ser cultivada nos Estados Unidos da América, América do Sul, Europa, África, Ásia e Oceânia (His & Seaman, 1992). Foi entre os anos 1960 e 1970 que a ostra do Pacífico foi introduzida em grande escala, principalmente na costa atlântica francesa, com o intuito de substituir o declínio na produção da ostra europeia, *Ostrea edulis* e da ostra portuguesa *Crassostrea angulata* (Boudry, Heurtebise, Collet, Cornette, & Gérard, 1998) (Boudry, Heurtebise, Collet, Cornette, & Gérard, 1998) (Boudry et al., 1998; Laing, 1998). Consequentemente, esta espécie é, dentro das culturas de bivalves, a mais produzida a nível mundial, com uma produção estimada em 4,6 milhões de toneladas em 2006 (Miossec et al., 2009). Algumas características da *C. gigas* justificam o facto de ser uma das espécies mais utilizadas em aquacultura; não necessita de alimento extra ou ração para sustentar o seu crescimento, é de rápido crescimento, a sua cultura é relativamente fácil e de baixo custo e adapta-se a diferentes condições ambientais e variações de temperatura (Miossec et al., 2009; Duthie, 2012).

A *Crassostrea gigas* alimenta-se por filtração de fitoplâncton e matéria orgânica dissolvida, podendo seleccionar o calibre das partículas através das brânquias (Miossec et al., 2009). O facto de as ostras se alimentarem filtrando a água, faz com que num cultivo em berçário com água vinda do mar, os custos em alimento sejam muito baixos ou

nenhuns (Brown & McCausland, 2000). No entanto, a concentração de nutrientes nos estuários costuma variar bastante e conseqüentemente também as concentrações de fitoplâncton, estas oscilações dependem muito das condições ambientais e da presença de outros organismos (Gibbs, 1992).

Apesar de esta espécie ser filtradora e de em geral não ser necessário adicionar alimento extra, podem ser acrescentados fertilizantes na água para induzir a produção primária (Miossec et al., 2009). Em tanques semi fechados ou noutros ambientes controlados pode ser favorável adicionar NPSi (Azoto, Fósforo e Sílica) em concentrações específicas para se obter os níveis de nutrientes necessários para induzirem “blooms” de microalgas (Miossec et al., 2009). Adicionar microalgas aos tanques de produção também pode ser uma solução para acelerar o crescimento das ostras (Brown, et al., 1998). Um estudo com o propósito de aumentar o crescimento das ostras do Pacífico juvenis com a ajuda de alimentos suplementares, concluiu que os melhores suplementos foram: *Isochrysis sp.* (T-ISO), *Dunaliella tertiolecta*, *Chaetoceros calcitrans*, *Rhodomonas salina* e pastas preparadas com *C. calcitrans* e *Skeletonema costatum*, tendo aumentado a taxa de crescimento das ostras entre 60% a 100%, após um aumento da concentração do fitoplâncton entre 150% a 225% (Brown & McCausland, 2000).

As partículas que são selecionadas para ingestão vão ser transportadas para a boca através da secreção de um muco e com a ajuda de cílios, enquanto as partículas não desejadas são rejeitadas como pseudofeces e expulsas juntamente com as fezes resultantes da digestão (Miossec et al., 2009). A dimensão das partículas filtradas são <50 µm, principalmente á volta dos 10 µm (Miossec et al., 2009).

Em relação aos parâmetros ambientais, a ostra do Pacífico tolera grandes amplitudes de temperatura e salinidade e isso pode-se verificar pela sua vasta distribuição geográfica, sendo assim considerada uma espécie euritérmica e eurihalina. A temperatura é o principal parâmetro que dita os processos fisiológicos, como a filtração, o metabolismo e a excreção (Bougrier et al., 1995, 1998; Miossec et al., 2009). De acordo com Bacher & Baud (1992), as principais preocupações a ter para um bom crescimento de bivalves num sistema de “upwelling” são a temperatura, quantidade de alimento, densidade de indivíduos e a percentagem de fluxo de água do mar que entra no sistema. O mesmo trabalho refere que, segundo experiências feitas sobre o crescimento de ostras juvenis, a temperatura foi o maior responsável pelas diferenças de crescimento das ostras. Nas regiões temperadas do sul da Austrália, a maior parte da produção de ostras juvenis

decorre entre o fim da Primavera e o início do Outono, quando a temperatura da água favorece o crescimento das ostras (Brown et al., 1998).

Após ser introduzida para se produzir em aquacultura e apesar das suas origens serem de águas mais quentes (Oceano Pacífico), as temperaturas baixas do Inverno na Europa não impediram que a *C. gigas* invadisse uma grande parte da sua costa e as temperaturas de Verão foram suficientes para se reproduzir, existindo agora populações de ostras do Pacífico distribuídas desde uma grande parte da costa norte da Europa até ao sul de Portugal (His & Seaman, 1992; Wehrmann et al. 2000).

A *C. gigas* tem uma aparência dura e irregular, as suas conchas podem chegar aos 20-30 cm e as duas valvas são diferentes em tamanho e formato (Miossec et al., 2009). A valva superior é um pouco convexa enquanto a valva inferior é mais profunda e com uma forma semelhante a uma colher (Miossec et al., 2009). A sua aparência exterior é entre esbranquiçada a acinzentada com alguns tons roxos e o interior é de um branco leitoso ou pérola e normalmente com uma marca na valva inferior devido ao músculo da ostra (Miossec et al., 2009).

Apesar das características referidas anteriormente, a identificação de alguns exemplares por vezes torna-se complicada e muitos estudos são feitos para tentar determinar uma forma válida de distinção e identificação das diferentes espécies (Stenzel, 1971; Bernard, 1983; Harry, 1985; Brock, 1990 citado em Miossec et al., 2009). Este problema deve-se muito ao homem que, por propósitos comerciais introduz estas espécies em novas áreas geográficas, à sua fácil adaptação a diferentes ambientes e conseqüentemente à influência do ambiente na morfologia dos indivíduos (Miossec et al., 2009). Após alguns estudos, hoje é muitas vezes utilizada a biologia molecular para a identificação das ostras do género *Crassostrea* (Miossec et al., 2009).

Um exemplo de difícil distinção entre espécies é o caso da ostra do Pacífico (*C. gigas*) e a ostra portuguesa (*C. angulata*), a primeira classificada por Thunberg em 1793 e a segunda por Lamarck em 1819, com base na sua situação geográfica (Miossec et al., 2009). Estudos anteriores referem a hipótese de que há uns séculos atrás um navio português trouxe do Oceano Pacífico ostras *C. gigas* agarradas ao casco, que acabaram por se espalhar pela costa portuguesa e por especiação esta espécie deu origem à *C. angulata* (Boudry et al., 1998). Após algumas análises verificou-se que as duas espécies têm uma genética muito parecida, levando vários autores a concluir que as duas espécies afinal são a mesma e reforçando a hipótese de que as ostras foram possivelmente

transportadas por um navio português (Boudry et al., 1998). Apesar da aparência morfológica semelhante entre a *C.gigas* e a *C.angulata*, esta última tem um crescimento mais lento, é mais suscetível a doenças e apresenta taxas de mortalidade superiores à *C.gigas* (Miossec et al., 2009).

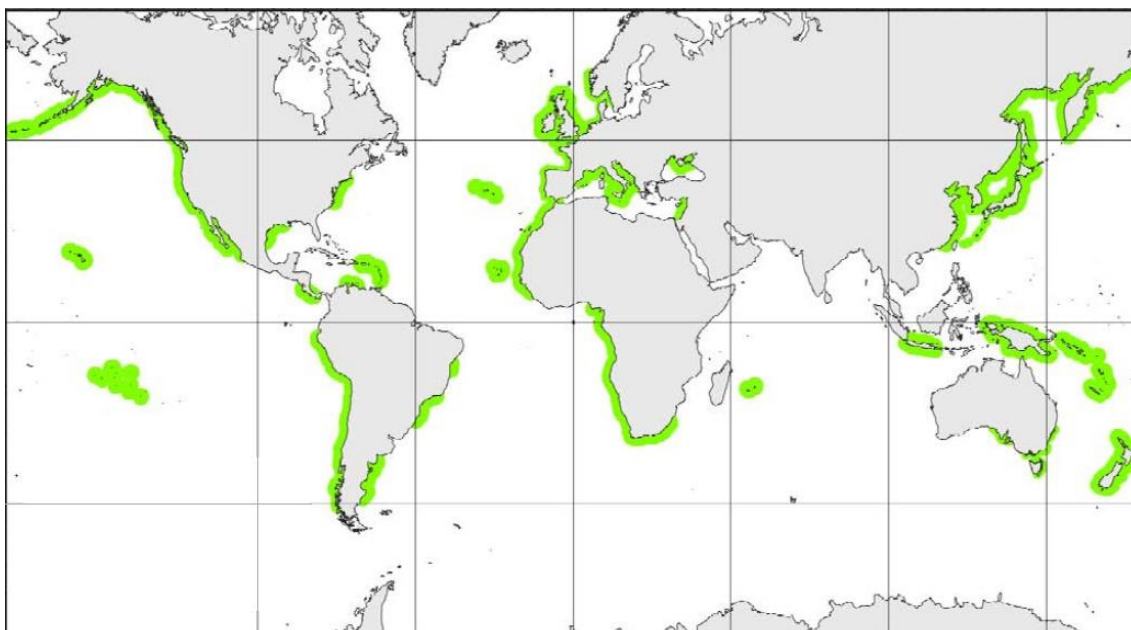


Figura 1.3.1.1 Distribuição da ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* (Miossec et al., 2009)

1.3.2. Sobre diploides e triploides

Indivíduos triploides são organismos com três pares de cromossomas em vez de dois, como acontece nos diploides (Guo & Allen, 1994). A mutação no número de cromossomas e a geração de indivíduos triploides não é algo que ocorra com frequência naturalmente, no entanto acaba por ocorrer em algumas espécies (Gong et al., 2004).

Apesar de a ocorrência de indivíduos triploides em humanos e em aves estar associada a deficiências e até mesmo à morte, o mesmo não acontece com a maior parte dos invertebrados e peixes, em que a mutação é viável e muitas vezes nem apresenta características morfológicas diferentes dos indivíduos diploides (Gong et al., 2004).

É possível criar ostras do Pacífico triploides de forma artificial. O método habitualmente utilizado é bloqueando a meiose nos ovos acabados de serem fertilizados, embora não seja um método 100% eficaz (Gong et al., 2004). A forma mais eficaz de criar triploides nas ostras do Pacífico é cruzando indivíduos tetraploides com diploides

(Guo et al., 1996). Na aquacultura de ostras do Pacífico tem-se produzido comercialmente organismos triploides desde 1986 (Guo & Allen, 1994).

É comum usarem-se moluscos triploides em aquacultura devido à qualidade da sua carne, crescimento rápido e esterilidade (Gong et al., 2004). As ostras do Pacífico triploides são completamente viáveis e consideradas idênticas morfológicamente às diploides, no entanto geralmente são maiores e crescem mais rapidamente (Gong et al., 2004).

A perda de qualidade da carne nas ostras diploides ocorre devido à época reprodutiva, quando a ostra vai investir parte da sua energia nos gametas e no processo de reprodução, o que já não acontece com as ostras triploides estéreis, que acabam por investir essa energia no seu crescimento (Melo et al., 2015).

O facto de as ostras triploides serem estéreis e investirem menos energia na parte reprodutiva faz com que estas sejam muitas vezes consideradas mais resistentes que as ostras diploides em situações de stress e nas mortalidades de verão (February et al., 2011). No entanto, as diferenças de crescimento e sobrevivência entre as ostras diploides e triploides ainda é discutível (Gagnaire et al., 2006).

No caso de algum indivíduo escapar da aquacultura para o exterior, a utilização de indivíduos triploides estéreis impede o cruzamento com as espécies selvagens, o que é benéfico para a biodiversidade da espécie, evitando poluição genética (Gong et al., 2004).

1.3.3. Métodos de cultivo

A primeira fase de cultivo ocorre na maternidade onde, através de ajustes de temperatura e disponibilidade de alimento, os reprodutores são induzidos a libertar os gametas. Depois de os ovos serem fertilizados tornam-se larvas, sendo estas mantidas em tanques onde lhes é disponibilizado alimento, vitaminas e antibióticos para garantir a maior taxa de sobrevivência até sofrerem a metamorfose, num processo que pode durar aproximadamente duas semanas (Miossec et al., 2009). Este sistema de maternidade veio permitir que zonas onde a ocorrência natural de ostras era escassa pudessem também produzir estas espécies durante o ano inteiro, e também à criação de diferentes linhagens, como é o caso das ostras triploides (Miossec et al., 2009).

Pode-se dividir uma maternidade de bivalves em quatro fases distintas: o condicionamento dos reprodutores, a produção das larvas, a produção de juvenis e a produção de fitoplâncton (Robert & Gérard, 1999). Em qualquer uma destas fases deve-se ter em principal atenção a qualidade biológica da água, tendo em conta que os indivíduos nestas fases iniciais são bastante sensíveis (Robert & Gérard, 1999). O condicionamento dos reprodutores consiste em mante-los em tanques com a temperatura da água do mar controlada entre os 19°C e os 21°C, enriquecida com fitoplâncton geralmente constituído por *Skeletonema costatum* e/ou *Tetraselmis suecica*, numa proporção aproximada de dois biliões de células por indivíduo por dia (Robert & Gérard, 1999; Duthie, 2012). Uma forma de verificar o estado de maturação do lote em questão é sacrificando alguns dos indivíduos e analisar as gónadas (Robert & Gérard, 1999). A desova é desencadeada através de um choque térmico atingido com um aumento progressivo da temperatura desde os 15°C aos 20°C (Robert & Gérard, 1999). Após 24h da fertilização, as larvas são colocadas em tanques em sistema fechado, numa densidade de 5-10 larvas/mL, durante aproximadamente duas semanas, altura em que devem sofrer a metamorfose (Robert & Gérard, 1999). Até esta fase é fornecido às larvas água do mar e fitoplâncton, tendo em atenção principalmente a qualidade da água, a temperatura (entre os 22°C e os 28°C) e a disponibilidade de alimento (entre 50000 a 150000 células/mL) (Robert & Gérard, 1999; Duthie, 2012).

Quando as ostras se começam a fixar são chamadas de semente, em inglês “spat” ou “seed” (Miossec et al., 2009). Ao atingirem este estado de evolução devem ser transferidas para um berçário, normalmente em tanques de upwelling (Utting & Spencer, 1991). Estes berçários são simples e efetivos, todavia têm a desvantagem de a produtividade e o crescimento das ostras estar condicionado pela qualidade da água que entra, assim como a possível presença de espécies que competem pelo mesmo tipo de alimento (Brown et al., 1998).

Os berçários de ostras em geral seguem um modelo padrão que se assemelha ao esquema da FAO representado na Figura 1.3.3.1. Segundo este modelo o berçário deve ser constituído por tanques de terra como reservatórios de água proveniente do mar, ou da ria como no caso deste trabalho e uma área central onde estará uma plataforma flutuante que sustenta os tanques de upwelling (Miossec et al., 2009).

A água é recolhida para os tanques de terra com a ajuda das diferenças do nível das marés e de motores; estes tanques, geralmente dois para poderem ser alternados, têm

como objetivo induzir um “bloom” de microalgas a partir dos nutrientes disponíveis no solo; enquanto um dos tanques está a ser utilizado para fornecer água e alimento à área central onde se encontra a plataforma flutuante e as ostras, o outro deverá ser esvaziado para ao ser enchido novamente reaproveitar os nutrientes do solo e com o tempo assegurar o aumento de microalgas e partículas (Utting & Spencer, 1991; Syvret et al., 2008; Miossec et al., 2009).

A área central está ligada através de comportas aos dois tanques de terra e a uma saída de água; é nela onde se encontra a plataforma flutuante que suporta os tanques de upwelling, cilindros submersos com o topo à superfície e uma base de rede onde estão assentes as ostras (Duthie, 2012); através de canais e da força da corrente proporcionada por um moinho de água na saída, a água circulará pelos tanques de baixo para cima, passando obrigatoriamente pelas ostras, disponibilizando-lhes assim o alimento necessário para o seu desenvolvimento (Utting & Spencer, 1991; Miossec et al., 2009; Duthie, 2012).

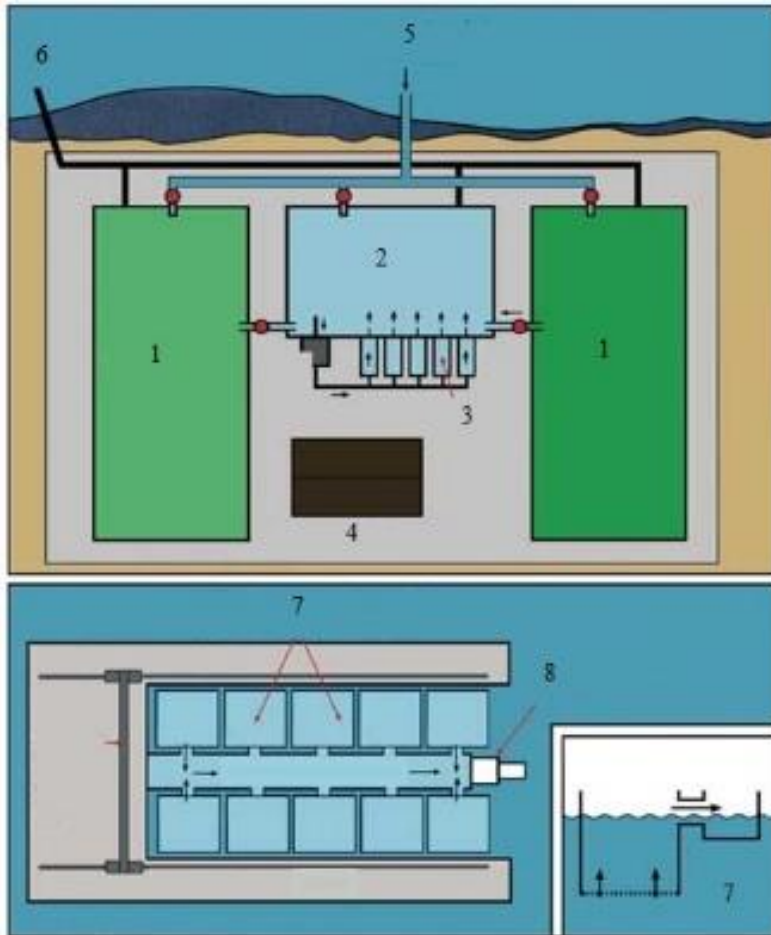


Figura 1.3.3.1 Representação de um berçário de bivalves pela FAO. Legenda da figura: 1- tanques de suplementação ao tanque central; 2- tanque central; 3- tanques de upwelling; 4- zona de trabalho em terra; 5- entrada de água; 6- saída da água 7- tanques de upwelling; 8- moinho de água. (Figura retirada de Helm et al. 2004).

1.3.4. Doenças nas ostras

O facto de a ostra do Pacífico ser um agente filtrador e na maioria dos casos ser cultivada em ambientes abertos ou semi fechados, contribui para sua suscetibilidade a adquirir vírus e outras doenças. Apesar de a *C.gigas* demonstrar alguma tolerância a doenças, comprovada pela sua enorme distribuição pelo mundo, algumas patologias são mais frequentes e já foram identificadas (Miossec et al., 2009).

A síndrome da mortalidade de Verão e o OsHV-1 (herpes vírus) são comuns na ostra do Pacífico um pouco por todo o mundo (Huvet et al., 2010; Duthie, 2012). Ocorre em França desde os anos 1970 e considera-se que acontece devido às altas temperaturas da água no verão que são propícias à ocorrência de agentes patogénicos e ao aumento da atividade metabólica e reprodutiva (Delaporte et al., 2006; Miossec et al., 2009). A

densidade de indivíduos, a energia investida e o stress causado durante a fase reprodutora, que ocorre durante o Verão quando a água atinge temperaturas mais altas, deixa as ostras mais vulneráveis a doenças e à ocorrência das mortalidades de Verão (His & Seaman, 1992). Na maioria dos casos, a mortalidade de Verão demonstrou alguns padrões em comum, altas taxas de crescimento, metabolismo acelerado, maturação das gónadas e águas mais mornas e ricas em nutrientes (Gouilletquer et al., 1998). Em 2008 foram recolhidas amostras para posteriores análises nas zonas afetadas em França e os resultados demonstraram que a maioria das amostras estava contaminada com *Ostreid herpesvirus* (OsHV-1) e duas espécies de vibrio (*Vibrio splendidus* e *V. aestuarianus*) (Miossec et al., 2009).

O herpesvirus pertence à família Herpesviridae, é um dos vírus que ocorre com mais frequência nas ostras, tendo já sido registado em pelo menos nove espécies diferentes de bivalves (Miossec et al., 2009). O herpesvirus é considerado um dos grandes causadores da mortalidade em maternidades e berçários em França e na Nova Zelândia e está distribuído um pouco por todo o mundo (Miossec et al., 2009).

O vibrio é uma bactéria responsável por taxas de mortalidade elevadas e bastante comum em culturas intensivas de bivalves nas maternidades e berçários (Miossec et al., 2009). Uma das espécies causadoras de grande parte das mortalidades nas ostras é o *Vibrio splendidus*, cuja toxicidade é devida à presença da metalloprotease correspondente ao gene *vsm* (Miossec et al., 2009).

A ostra do Pacífico tem alguns predadores mais frequentes como é o caso de caranguejos, estrelas-do-mar, bivalves, poliquetas, algumas espécies de peixes bentónicos e gastrópodes; em relação a parasitas o copépode *Mytilicola spp.*, as esponjas *Cliona spp.* e o verme marinho *Polydora spp.* podem afetar a fisiologia das ostras e causar prejuízos ao seu cultivo (Miossec et al., 2009).

1.4. Ria formosa

O Algarve é uma região com um clima mediterrâneo, com verões quentes e secos e invernos amenos e húmidos (Davidson & Arnaud-Fassetta, 2006). A Ria Formosa é um sistema lagunar, situado na costa algarvia do sul de Portugal, que se estende de Loulé a Vila Real de Santo António, sendo considerado o ecossistema húmido mais importante

do Algarve, classificado como Parque Natural, “Ramsar wetland” e Natura 2000 (Gamito 2006; Fabião et al., 2016). A ria é constituída por zonas de sapal, ilhas barreira e uma complexa rede de canais, tendo aproximadamente 55 km de comprimento, uma profundidade média de aproximadamente três metros, seis nas zonas navegáveis e uma área de sensivelmente 80 km² (Bebianno, 1995; Davidson & Arnaud-Fassetta, 2006).

O permanente contato deste sistema com o oceano acontece nas barras do Ancão, Faro-Olhão, Armona, Fuzeta, Tavira e Lacém (Fabião et al., 2016). Cerca de 90% da água da ria é renovada através das barras do Ancão, Faro-Olhão e Armona (Fabião et al., 2016). E cerca de 50% a 75% da água da ria é renovada com água do mar durante cada período de maré (Wolfrath, 1992). A salinidade da água da ria pode variar entre 36 a 38 ‰ e a temperatura entre 12,5 °C no Inverno a 25,5 °C no Verão (Wolfrath, 1992).

A Ria Formosa é considerada muito rica, em parte devido à sua alta exposição ao sol, concentração de nutrientes e renovação da água através das marés (Bebianno, 1995). Por outro lado, a pressão antropogénica é muitas vezes causadora da diminuição da qualidade da água e da destruição de habitats (Piló et al., 2011). A ocorrência de fenómenos de “*upwelling*” traz à água da costa algarvia mais nutrientes e fitoplâncton e acontece normalmente entre Maio e Outubro com a presença predominante de ventos vindos de Oeste (Martins et al., 2004). Este tipo de eventos por norma torna as águas mais ricas e aumenta a produtividade biológica. Os prejudiciais “blooms” de algas são um fenómeno natural causado pela proliferação em massa de fitoplâncton, normalmente provocado por diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias que pode ser devido um evento de eutrofização (Sanseverino & Conduto, 2016). A urbanização, a agricultura, a aquacultura e as obras costeiras são algumas das atividades humanas que contribuem para uma pior qualidade da água da Ria Formosa e esse decréscimo na qualidade pode ser justificado pela diminuição da produção de bivalves como as ameijoas no decorrer dos anos 90 (Newton et al., 2003).

O cultivo de bivalves, principalmente ameijoas e ostras, é uma das principais atividades económicas na Ria Formosa, tendo chegado a existir mais de mil concessões ativas para a produção de bivalves, ocupando cerca de 500 ha em zonas entre marés, principalmente nos municípios de Faro e Olhão (Serpa et al., 2005). Em 2001 a Ria Formosa produziu 5000 toneladas de ameijoas e quase 2000 toneladas de ostras, representando respetivamente 90% e 26% da produção nacional (Serpa et al., 2005). Neste tipo de ecossistemas, as descargas praticadas por algumas indústrias e as estações

de tratamento de águas residuais, são uma das principais causas da poluição e deterioração da qualidade da água, principalmente devido ao facto de a água nestes sistemas não ter uma taxa de renovação como no mar (Piló et al., 2011). A interdição da apanha de bivalves é comum na ria, normalmente devido à presença de bactérias e microalgas tóxicas na água que podem ser prejudiciais à saúde humana, consequentemente causando algum impacto na atividade da aquacultura da região (Fabião et al., 2016).

2. Material e métodos

2.1. Berçário

O berçário da Bivalvia é semelhante ao modelo representado pela FAO na Figura 1.3.3.1. É constituído por dois tanques de terra de aproximadamente 6 ha cada, um tanque central onde se encontra a plataforma com os tanques de *upwelling* e uma área em terra para trabalho de amostragem, de manutenção e escritório (Figura 2.1.1.). A área onde acontece a recolha da água da Ria para o CS está representada pelo conjunto 10, 11, 12 e bomba 14 leva a água por um tubo submerso até ao CN. O 3 e o 4 representam as comportas que ligam o circuito norte e circuito sul respetivamente ao tanque central, e o 5 e 6 as comportas de saída do tanque central aos respetivos circuitos. As comportas 7, 8, 9 e 10 estão conectadas com a ria e a 15 liga o CN ao CS.

Os dois tanques de terra utilizam a água proveniente da Ria Formosa, que é recolhida aproveitando os desníveis das marés e utilizando bombas motorizadas. Para fazer a distinção entre os dois tanques, são chamados de Circuito Norte (CN) e Circuito Sul (CS). Quando um dos circuitos é ligado ao tanque central, o outro é esvaziado até ficar a seco, com o objetivo de os nutrientes e outras partículas sedimentarem e permanecerem no solo. Desta forma quando for novamente cheio, o solo terá nutrientes disponíveis propícios ao aumento de microalgas, que servirão de alimento para as ostras. Cada circuito é usado durante aproximadamente um mês.

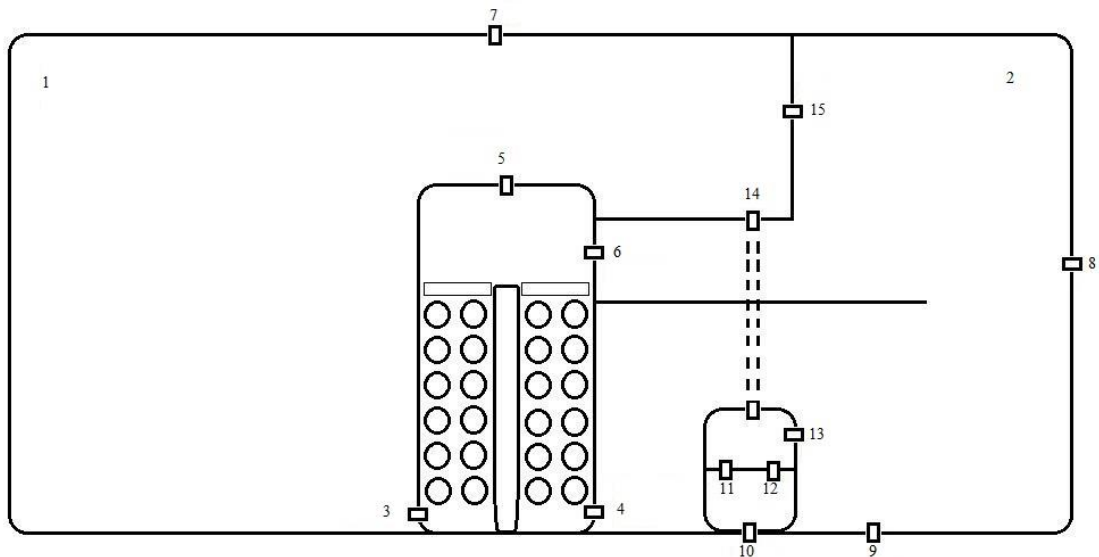


Figura 2.1.1 Representação esquemática do berçário da Bivalvia. 1- Circuito Norte (CN); 2- Circuito Sul (CS); 3- Comporta que liga o CN ao tanque central; 4- Comporta que liga o CS ao tanque central; 5- Comporta que liga a área da saída do tanque central, com o CN; 6- Comporta que liga a área da saída do tanque central, com o CS; 7- Comporta que liga o CN à Ria Formosa; 8, 9 e 10- Comportas que ligam o CS com a Ria Formosa; 11, 12 e 13- Bombas que abastecem o sistema com água da Ria Formosa; 14- Bomba que abastece o CN com água da Ria Formosa; 15- Comporta que liga o CN ao CS.

O tanque central está ligado ao CN e CS por duas comportas de entrada de água e duas de saída. Nesta área estão duas plataformas flutuantes que sustentam oitenta tanques de upwelling, quarenta em cada plataforma. Estes tanques de upwelling são circulares, têm uma altura de 0,68m, um diâmetro de 1,55m e uma base de rede onde as ostras vão estar assentes. Os tanques são diferenciados pelas diferentes malhas de que são constituídos e escolhidos consoante a classe de tamanhos de ostras que se quer introduzir, (Tabela 2.1.1). Na Tabela 2.1.2 estão representadas as quantidades de ostras em peso (Kg), recomendadas para cada classe de tamanho.

Tendo em conta o longo espaço temporal dos dados utilizados neste trabalho, o tempo foi dividido em semanas. Para isso, foi utilizado um calendário com o número das semanas ao longo do ano. No entanto, os dados deste trabalho foram registados entre 2015 e 2016, em que a última semana de 2015 corresponde à semana 53 e a primeira semana de 2016 à semana 1. Para não causar confusão na observação dos gráficos na passagem de uma semana 53 para uma semana 1, esta última foi somada à anterior e denominada de semana 54. Desta forma, o seguimento das semanas com as respetivas datas e estações do ano está representado na Tabela 2.1.3. O sistema utilizado para a numeração das

semanas foi o “ISO week date standard (ISO-8601)” durante 2015, em 2016 a numeração foi acrescentada como foi explicada anteriormente.

Tabela 2.1.1 Malha dos tanques para as respectivas classes de tamanho das ostras

Malha	Classe de tamanho
0,7mm	T0,8 e T1
0,95mm	T1,5 e T2
2mm	T3
3,3mm	T4 - T30

Tabela 2.1.2 Quantidade de ostras indicada para cada classe de tamanho

Peso por tanque			
Classe de tamanho	Máximo (Kg)	Prudente (Kg)	Para crescer (Kg)
T2	30	20	10
T3	40	30	20
T4/T5	70	50	35
T6	90	70	50
T8	110	80	60
T10	140	100	70

Tabela 2.1.3 Datas do ano correspondentes ao início das respectivas semanas e estações do ano em que se encontram. Os números entre parêntesis correspondem aos números da semana de 2016 de acordo com o sistema “ISO week date standard (ISO-8601)”.

Data	Semana	Estação do ano
20.7.15	30	Verão
3.8.15	32	Verão
17.8.15	34	Verão
31.8.15	36	Verão
14.9.15	38	Verão
28.9.15	40	Outono
12.10.15	42	Outono
26.10.15	44	Outono
9.11.15	46	Outono
23.11.15	48	Outono
7.12.15	50	Outono
21.12.15	52	Inverno
4.1.16	54 (1)	Inverno
18.1.16	56 (3)	Inverno
1.2.16	58 (5)	Inverno
15.2.16	60 (7)	Inverno
29.2.16	62 (9)	Inverno
14.3.16	64 (11)	Inverno
28.3.16	66 (13)	Primavera
11.4.16	68 (15)	Primavera
25.4.16	70 (17)	Primavera
9.5.16	72 (19)	Primavera
23.5.16	74 (21)	Primavera
6.6.16	76 (23)	Primavera
20.6.16	78 (25)	Primavera
4.7.16	80 (27)	Verão

2.2. Crivagem

Um dos processos de manutenção do berçário reside no sistema de crivagem. A crivagem permite fazer uma separação das ostras por diferentes classes de tamanho e é uma rotina que pelo seu método reduz o número de ostras coladas e mal formadas.

No berçário os tanques de upwelling são retirados de dentro de água através de um gancho e colocados num carro de mão para serem transportados da plataforma flutuante até à área em terra onde se encontra a máquina de crivagem. As ostras e o tanque são limpos com um jato de água e as ostras são despejadas para um recipiente. É escolhida

a velocidade do movimento das grelhas que vai fazer com que as ostras sigam o seu caminho por um tapete rolante até a um corredor com grelhas de diferentes malhas para fazer a separação dos tamanhos. Estas grelhas podem ser trocadas e são escolhidas consoante a classe de tamanhos de ostras que se vai crivar. Por baixo de cada grelha há várias divisões separadas entre si e ligadas a um tapete rolante que transporta as ostras para diferentes baldes. Assim, por exemplo, uma ostra que caia na grelha dois vai acabar num balde diferente da que caiu na grelha três.

No fim da crivagem os baldes de cada classe de tamanho são pesados e são retiradas entre três a dez amostras de cada classe para quantificar o número de ostras vivas, mortas e coladas. Estes dados são registados numa folha Excel e utilizados para fazer várias estimativas dos lotes, como taxas de crescimento e de mortalidade.

Após a amostragem as ostras de diferentes classes de tamanho são separadas, colocadas em tanques de upwelling de acordo com os seus tamanhos, distribuídas homogeneamente pela base com a ajuda de um ancinho e os tanques são então colocados novamente na água.

2.3 Amostragens de água

Durante Outubro e Novembro de 2015, e entre Fevereiro e Abril de 2016, foram registados os parâmetros da água e recolhidas amostras em quatro pontos diferentes, CN, CS, SAI (saída) e RIA (Ria Formosa). As amostras e as sondagens dos parâmetros na Ria Formosa foram feitas durante os períodos de maré cheia, enquanto no berçário em CN, CS e SAI foram feitas durante os períodos de maré vazia. Considerando que um dos objetivos deste estudo foi verificar o efeito dos tanques como reservatórios de água, CN e CS, não faria sentido analisar a água no berçário durante a maré cheia, sabendo que durante esse período os circuitos estão a ser bombeados com água que vem diretamente da Ria Formosa. Utilizou-se a sonda “YSI 556 Multiparameter System” para registar a temperatura e a salinidade, e a sonda “OxyGuard Handy pH” para registar o pH.

As amostras de água foram recolhidas segundo o método de amostragem discreta, com um balde a uma profundidade de aproximadamente 0,5 m. De seguida, as amostras foram guardadas em garrafas de 33 cl. Para preservar as células a longo prazo foi adicionado uma solução de Lugol, numa concentração de 0,5 ml por cada 100 ml de água,

cobertas com alumínio para se proteger da luz que pode danificar a matéria orgânica e rotuladas com a zona e data da recolha (INAG IP, 2008). As garrafas estiveram guardadas num laboratório da Universidade do Algarve, dentro de um armário ao abrigo da luz até serem processadas.

2.4 Análises efetuadas

2.4.1 Sedimentação e observação ao microscópio

As amostras de água em geral continham uma concentração de células demasiado baixa para permitir uma quantificação direta ao microscópio. Para as concentrar foi então utilizado o método de sedimentação. A sedimentação foi feita através do método de Utermöhl (1958), com um kit de câmara de sedimentação, marca Hydro-Bios, que inclui: uma base de suporte; a câmara; uma coluna de 100 ml; placas de topo e placas de base. A coluna é colocada sobre a câmara que está assente na base de suporte, é vertida a amostra para dentro da coluna até preencher os 100 ml, coloca-se a placa de topo e deixa-se em repouso durante 24 h. Para não se induzir em erro, antes de se verter a amostra na coluna, a solução é misturada rodando devagar a garrafa com cuidado para evitar com que as partículas se desfaçam. Após 24 h é suposto que as partículas da amostra sedimentem e fiquem no fundo, retidas na câmara. Então é desviada a coluna para o lado da câmara que tem um furo, retira-se a placa de topo e a restante solução que se encontra na coluna é despejada para a base de suporte, restando os 3 ml de amostra sedimentada na câmara (INAG IP, 2008). Esses 3 ml são retirados da câmara com uma micropipeta e colocados num frasco que é rotulado com a data e zona de amostragem.

Após a amostra ser sedimentada, pode ser então observada ao microscópio ótico de contraste de fase (Leitz, Laborlux K, condensador ACHROPLAN). Com uma micropipeta é retirada uma parte da solução sedimentada e inserida numa câmara de Neubauer (3*3 mm * 0,1 mm de profundidade). A câmara de Neubauer é inserida no microscópio e observada com uma objetiva de 40 x. O método utilizado foi o de contagem por quadrículas, onde são contadas o número total de partículas por cada quadrado (INAG IP, 2008). A quantificação das partículas foi feita através da observação de seis quadrados com 1 mm² cada um. O resultado é a média dos seis quadrados que vai dar o número de partículas presentes em 0,1 mm³, ou 0.0001 ml, provenientes de uma amostra de 3 ml.

2.4.2 Estimativa do alimento disponível na água

Devido à extensa quantidade de espécies de fitoplâncton existentes na água da Ria Formosa, foi estabelecido usar-se apenas um método quantitativo e não qualitativo na análise das amostras de água.

As amostras de água dos quatro pontos diferentes do berçário foram observadas através do microscópio e foi quantificado o número de total de partículas, as partículas de pequena dimensão e os detritos.

O tamanho mínimo das partículas retidas pela *C.gigas* é discutível, de acordo com alguns autores, as partículas devem ter uma dimensão igual ou superior a 5 µm para serem assimiladas pelas ostras (Riisgdrd, 1988). Assim, todas partículas de dimensão inferior foram neste trabalho classificadas como partículas de pequena dimensão.

Dado que não foi usado um método qualitativo, as partículas foram classificadas como detritos quando apresentaram um formato irregular, que não se repetia e que não se assemelhasse aos grupos de fitoplâncton mais frequentes. No entanto, seria interessante fazer um estudo qualitativo com o intuito de identificar os grupos de fitoplâncton assimilados pelas ostras na Ria Formosa.

A diferença entre o número total de partículas e a soma dos detritos e das células de pequena dimensão dará informação sobre a quantidade de alimento disponível para as ostras.

2.5. Avaliação dos stocks de ostras

Lotes de ostras monitorizados

Os nove lotes de ostras utilizados neste trabalho foram importados de França com classes de tamanho entre T1,5 e T4. Entre os nove lotes, três são de *C.gigas* diploides, cinco de *C.gigas* triploides e um de *C.angulata*. A Tabela 2.5.1 representa os nove lotes utilizados, a quantidade de ostras por lote, a classe de tamanho e a data de chegada ao berçário.

Tabela 2.5.1 Lotes de ostras utilizados nesta experiência

Lote	Unidades	Classe de tamanho	Data
FT33 (triploide)	500 000	1,5	9/9/2015
FT34 (diploide)	1 000 000	4	11/11/2015
FT35 (triploide)	500 000	1,5	9/12/2015
SAT2 (diploide)	1 000 000	2	9/12/2015
SAT1 (triploide)	500 000	2	9/12/2015
GO2 (triploide)	3 000 000	2	20/1/2016
SAT3 (diploide)	2 000 000	2	21/1/2016
SAT4 (triploide)	1 000 000	4	18/2/2016
	500 000	3	18/2/2016
ANG (angulata)	1 000 000	2	25/2/2016

2.5.1. Peso individual

A fórmula do peso individual corresponde ao peso total de uma amostra de ostras a dividir pelo número de ostras vivas presentes na amostra, tudo isto multiplicado por mil. O peso individual de cada classe de tamanho é o resultado de uma média dos valores obtidos da conta referida anteriormente em várias amostras.

$$\text{Peso individual (mg)} = \left(\frac{\text{peso total de uma amostra de ostras}}{\text{n}^\circ \text{ de ostras vivas na amostra}} \right) * 1000$$

2.5.2. SGR/TCE do peso individual

O SGR ou TCE (Specific Growth Rate; Taxa de Crescimento Especifico) do peso individual é o peso individual final a dividir pelo peso individual inicial, elevado a um menos um a dividir pelo número de dias entre a última e a presente crivagem, tudo isto a multiplicar por cem.

A fórmula do SGR é baseada na fórmula de Bastin e Dochain (1990), posteriormente reformulada por Pomerleau e Perrier (1990) e adaptada neste trabalho (Rocha & Ferreira, 2006).

TCE do peso individual

$$= \left(\frac{\text{peso individual final}}{\text{peso individual inicial}} \right)^{\left(\frac{1}{\text{n}^\circ \text{ de dias desde a última crivagem}} \right)^{-1}} * 100$$

Em que o peso individual final é o somatório das multiplicações entre o peso individual e o número de ostras vivas de cada classe de tamanho, a dividir pelo somatório do total de ostras vivas. São utilizados os valores resultantes da amostragem da presente crivagem.

O peso individual inicial é o somatório das multiplicações entre o peso individual e o número de ostras vivas de cada classe de tamanho, a dividir pelo número de ostras que sobraram da última crivagem. Neste caso utilizam-se os valores da crivagem anterior.

2.5.3. TCE do peso individual ponderado

A TCE do peso individual ponderado tem em conta o número de ostras existentes em cada lote. O seu cálculo consiste no somatório das multiplicações de cada lote entre o número de ostras existentes e a TCE correspondente a esse dia, dividindo pelo somatório do número de ostras existentes em cada lote nesse mesmo dia.

Enquanto a fórmula da TCE do peso individual neste trabalho, apenas tem em consideração o número de ostras do lote em questão, a TCE do peso individual ponderado tem em consideração o total de ostras de todos os lotes. Tendo isto em atenção, para analisar a unicamente a taxa de crescimento do peso das ostras, foram feitos gráficos com apenas os dados da TCE do peso individual ponderado, para se poder comparar a evolução das ostras entre diploides, triploides e angulata; foi usado a TCE do peso individual quando o objetivo foi comparar a taxa de crescimento das ostras em questão com outros dados também presentes no mesmo gráfico, como um parâmetro ambiental.

2.5.4. Taxa de mortalidade

A taxa de mortalidade foi calculada pela diferença entre a quantidade de ostras na crivagem anterior (i-1) e na atual (i), através da seguinte equação:

Taxa de mortalidade

$$= \frac{\text{quantidade de ostras após crivagem (i - 1)} - \text{quantidade de ostras após crivagem (i)}}{\text{Quantidade de ostras após crivagem (i - 1)} * 100}$$

2.5.5. Análise dos resultados

Os resultados foram analisados através de uma série de figuras onde foram representadas a variação dos parâmetros ambientais e das taxas de crescimento e de mortalidade das ostras ao longo das semanas de observação e se tentou inferir algum padrão ou relação entre as variáveis.

Devido ao facto de algumas amostragens não terem coincidido na mesma semana de amostragem, e de algumas semanas existir mais informação sobre o desenvolvimento das ostras e nenhuma informação sobre as variáveis ambientais, enquanto noutras semanas ocorreu o contrário, aglomerou-se a informação por períodos de amostragem e calculou-se o valor médio. Da matriz resultante calcularam-se correlações entre variáveis através do coeficiente de correlação de Pearson, utilizando o software Primer.

Com o objetivo de comparar as partículas potencialmente consumidas pelas ostras disponíveis na Ria e nos circuitos da Bivalvia realizou-se um teste ANOVA com o software Sigma-Plot. Com o mesmo software fizeram-se comparações entre pares de variáveis, mais concretamente entre a concentração de partículas no circuito a ser utilizado e o tanque de ostras, e entre o circuito e a Ria.

3. Resultados

3.1. Temperatura do ar e precipitação

Devido à falta de dados da temperatura do ar e da precipitação ao longo do ano em Faro, foram usados valores da vila mais próxima, São Brás de Alportel, pertencente ao distrito de Faro. O espaço temporal em que a temperatura média foi mais baixa, com uma média inferior a 15°C, ocorreu entre o início de Novembro e início de Abril, sendo que Dezembro e Fevereiro foram os meses que registaram a média mais baixa; temperaturas médias superior a 20°C ocorreram entre Junho e Setembro (Figura 3.1.1).

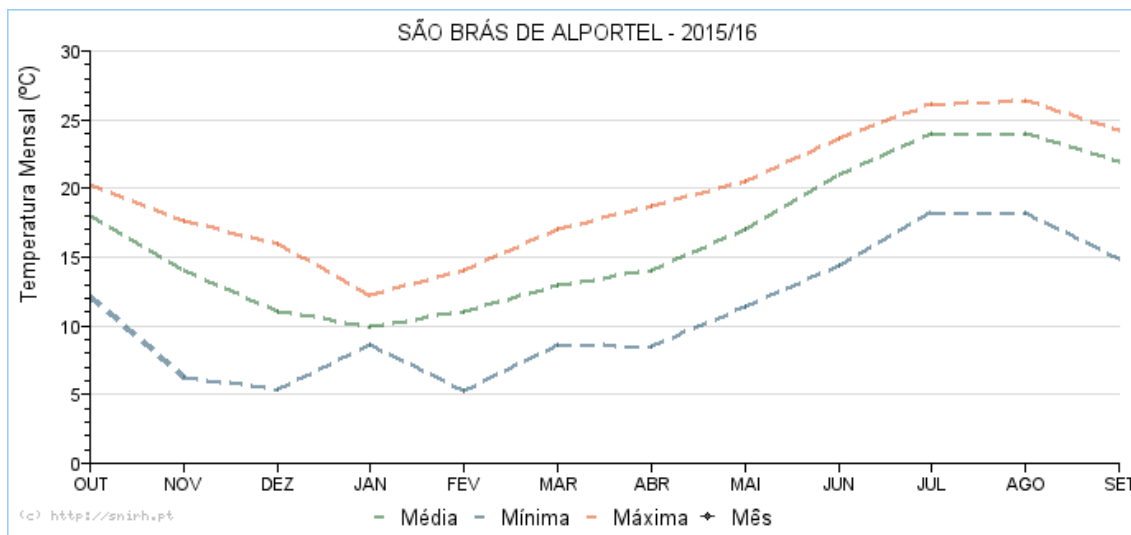


Figura 3.1.1 Registo da temperatura do ar em São Brás de Alportel entre 2015 e 2016, figura retirada da base de dados Snirh, através do link: <http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.6>.

O espaço temporal em que a precipitação média mensal foi mais alta, com valores acima dos 100 mm, foi entre Novembro e Fevereiro, precipitações médias mensais menores que 20 mm decorreram entre Junho e Agosto. O mês com o valor da precipitação média mensal mais alto foi Dezembro e com os valores mais baixos foram Julho e Agosto, ambos com a mesma média mensal (Figura 3.1.2).

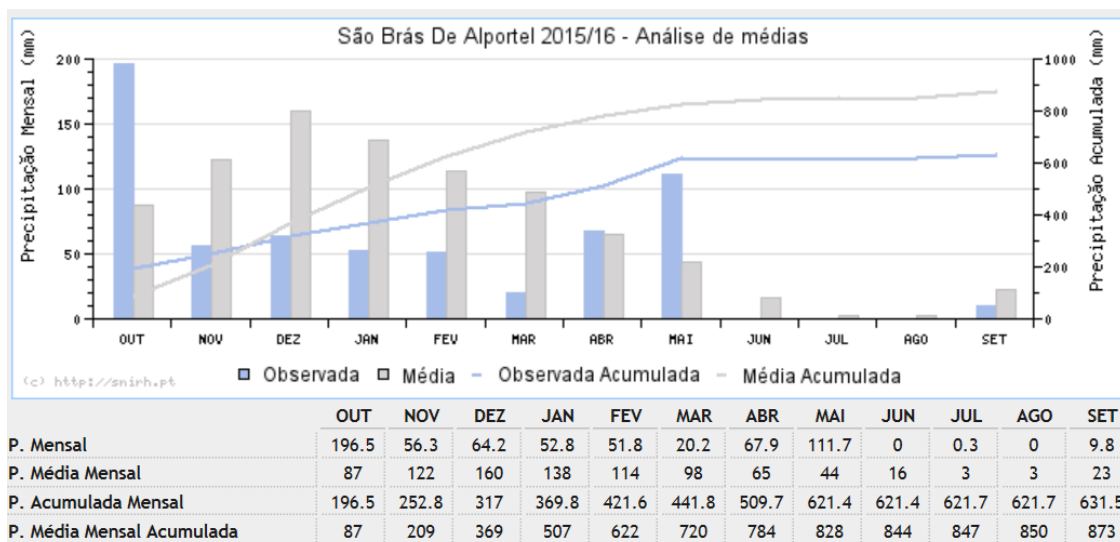


Figura 3.1.2 Registo da precipitação em São Brás de Alportel entre 2015 e 2016, figura retirada da base de dados Snirh, através do link: <http://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.1>

3.2. Parâmetros da água

A recolha de amostras de água neste trabalho foi feita entre 19 de Outubro e 29 de Abril, numa periodicidade semanal, exceto entre Dezembro e Janeiro, em que se fizeram apenas duas amostragens. As amostragens na Ria Formosa foram feitas durante a maré cheia, as restantes foram feitas durante a maré vazia. As semanas em que foram utilizados os circuitos Norte ou Sul para a alimentação das ostras de cultivo, CN e CS, está representado na Tabela 3.2.1.

Tabela 3.2.1 Circuito que esteve a ser usado, conectado ao tanque central, ao longo das semanas de trabalho.

Semana	Circuito usado
43	CS
44	CS
46	CN e CS
48	CS
49	CS
57	CS
58	CS
59	CS
60	CS
61	CN
62	CN
63	CN
64	CS
65	CS
66	CS
67	CS
68	CN
69	CN
70	CN

3.2.1. Temperatura

A temperatura da água entre o CN, CS e SAI, medida nos mesmos dias apresenta valores aproximados, com algumas variações que poderão ser explicadas tendo em conta o circuito que esteve a ser usado e o que esteve fechado. As diferenças mais visíveis são entre a RIA e o CN, CS e SAI, como se pode verificar na Tabela A1 em anexo.

Com o decorrer das semanas, a temperatura do CN, CS, SAI e RIA apresenta algumas variações (Figura 3.2.1.1). Nas últimas semanas de Outubro (semanas 43 e 44) a água tinha temperaturas acima dos 20°C, já em Novembro (semanas 45 a 48) a temperatura variou entre os 13°C e os 18°C. No mês de Fevereiro (semanas 58 a 61) foram registadas as temperaturas mais baixas ao longo do tempo de amostragem, com uma mínima de 9,65°C medida diretamente na ria a meio do mês. De seguida em Março (semanas 62 a 66) ocorre um aumento gradual da temperatura, com uma máxima de 17,5°C no dia 30. Em Abril (semanas 67 a 70) foram registadas temperaturas entre os 14°C e os 21°C, com uma média de aproximadamente 18°C.

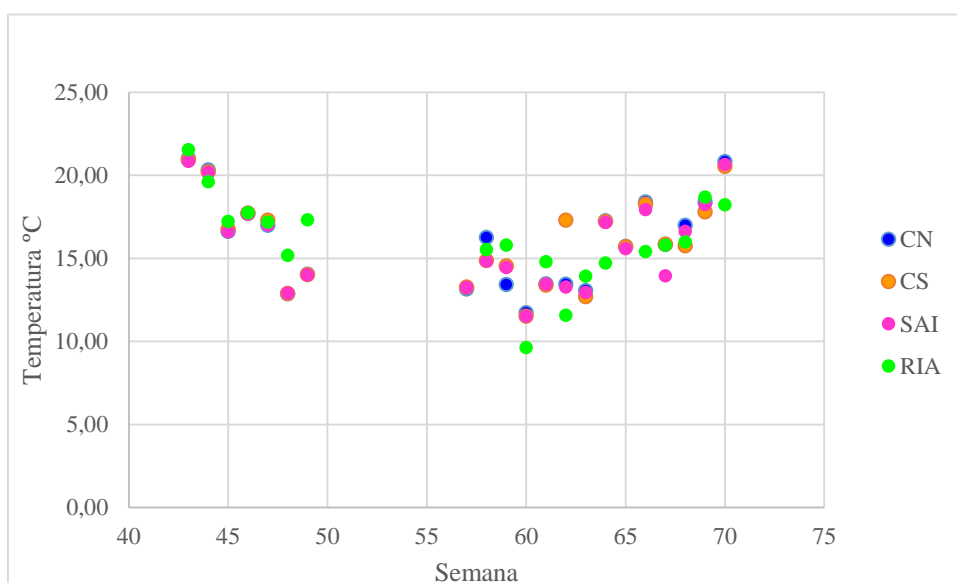


Figura 3.2.1.1 Temperatura nos quatro pontos de amostragem, CN-Circuito Norte, CS-Circuito Sul, SAI-Saída e RIA, em função do tempo.

3.2.2. Salinidade

Como se pode verificar na Tabela A2 em anexo, em geral os quatro pontos de amostragem apresentam valores de salinidade próximos entre si. Com exceção de alguns dias, a ria é a zona onde os valores têm tendência de se dispersar um pouco mais em relação aos restantes três pontos de amostragem.

Os valores da salinidade, representados na Figura 3.2.2.1, variaram relativamente pouco, com exceção de um ponto que se pode ver no gráfico na semana 45 (início de Novembro) onde a sonda registou 30,6 PSU na água da ria. Este valor mais baixo coincide com o final de um período de precipitação intensa (Figura 3.1.2). Nas restantes semanas os valores registados estiveram entre aproximadamente 36 e 40 PSU, com uma média de aproximadamente 38,5 PSU.

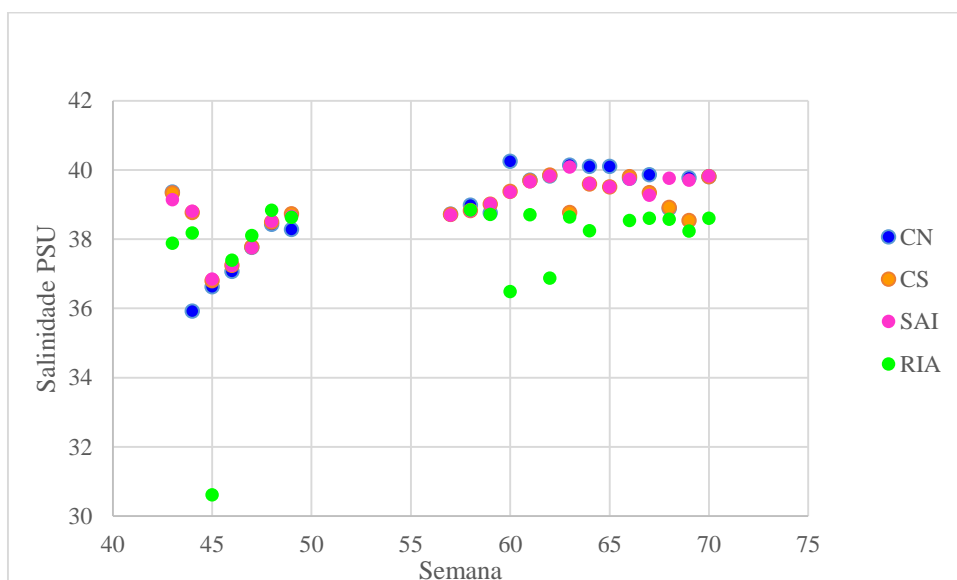


Figura 3.2.2.1 Salinidade PSU nos quatro pontos de amostragem, CN, CS, SAI e RIA, em função do tempo.

3.2.3. pH

Como se pode constatar através da Tabela A3 em anexo, os valores do pH também oscilaram pouco, tanto entre os quatro pontos de amostragem como ao longo do tempo, estando em geral com valores próximos de oito.

Os valores do pH variaram pouco, Figura 3.2.3.1, maioritariamente entre os 8 e os 8,5, com uma média de 8,13, e uma mínima e máxima de respetivamente 7,7 e 8,5.

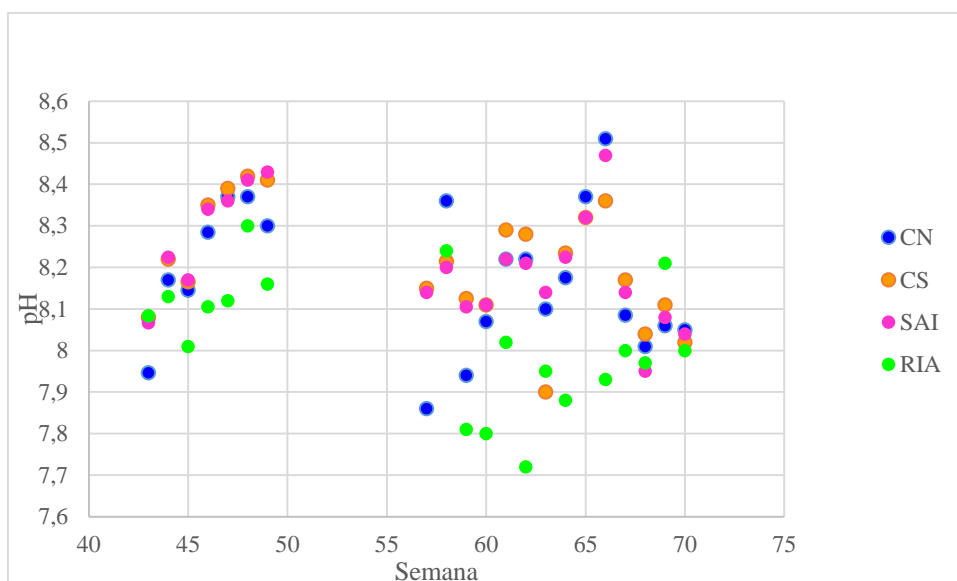


Figura 3.2.3.1 pH nos quatro pontos de amostragem, CN, CS, SAI e RIA, em função do tempo.

3.3. Quantidade de partículas presentes na água

A Figura 3.3.1 representa o total de partículas observadas nas amostragens de água retiradas dos quatro pontos de amostragem. O ponto de amostragem que tem o conjunto de valores mais extenso é por ordem decrescente, CN, CS, RIA e SAI.

O CN foi o circuito que registou um maior número de partículas, como se pode verificar através do quarto quartil, seguindo o CS, RIA e SAI. O SAI foi o ponto que registou um número de partículas mais baixo, seguindo o CS, CN e RIA.

O CS e a RIA são os pontos com os valores de mediana mais altos, seguindo o CN e SAI.

Dos três “outliers” apresentados pelo gráfico, é no CN que se encontra o valor mais distante.

O 1º quartil que abrange valores mais altos é a RIA, seguindo o CS, CN e SAI. O 3º quartil que abrange valores mais altos é por ordem decrescente CN, CS, RIA, SAI.

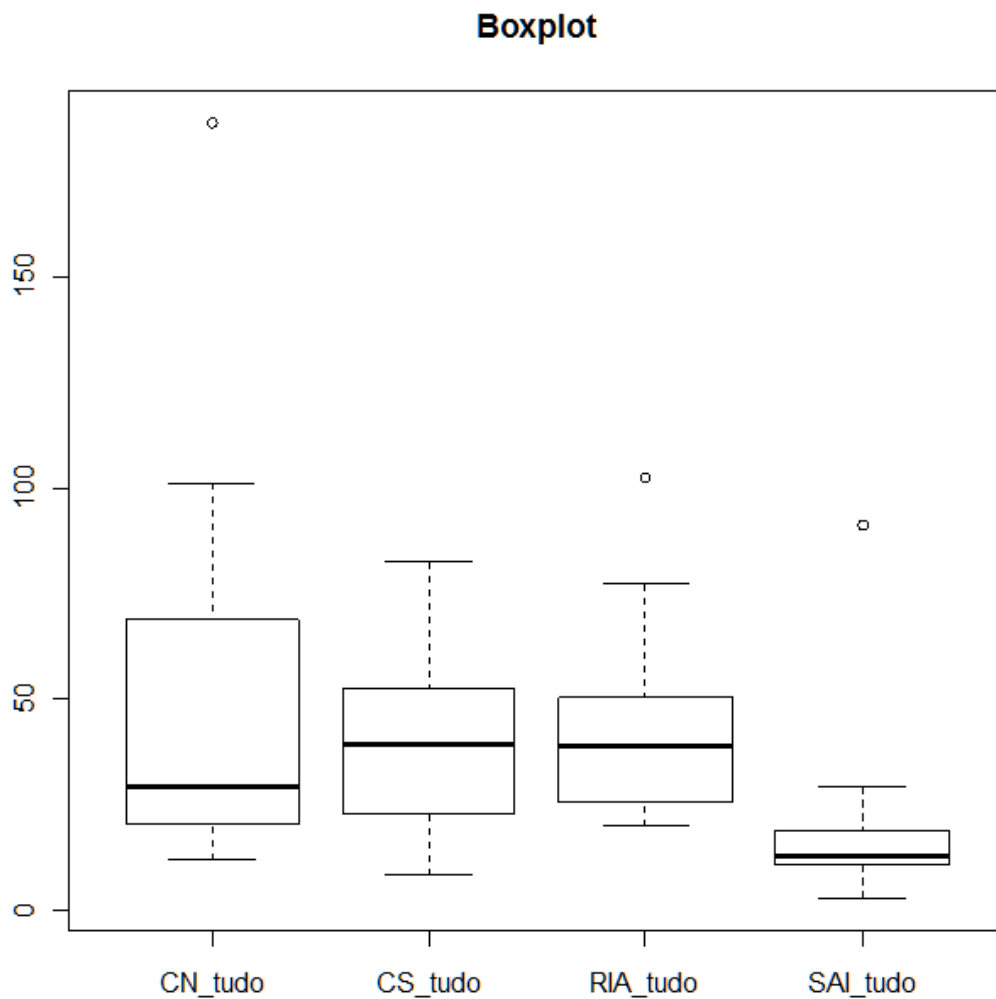


Figura 3.3.1 Número total de partículas por cada 0,0001 ml nos quatro pontos de amostragem.

3.3.1. Quantidade de partículas presentes no circuito usado

Na Figura 3.3.1.1, com exceção de alguns casos como os dois valores nas semanas 62 e 65, em geral a quantidade de partículas presentes vai diminuindo ao longo das semanas.

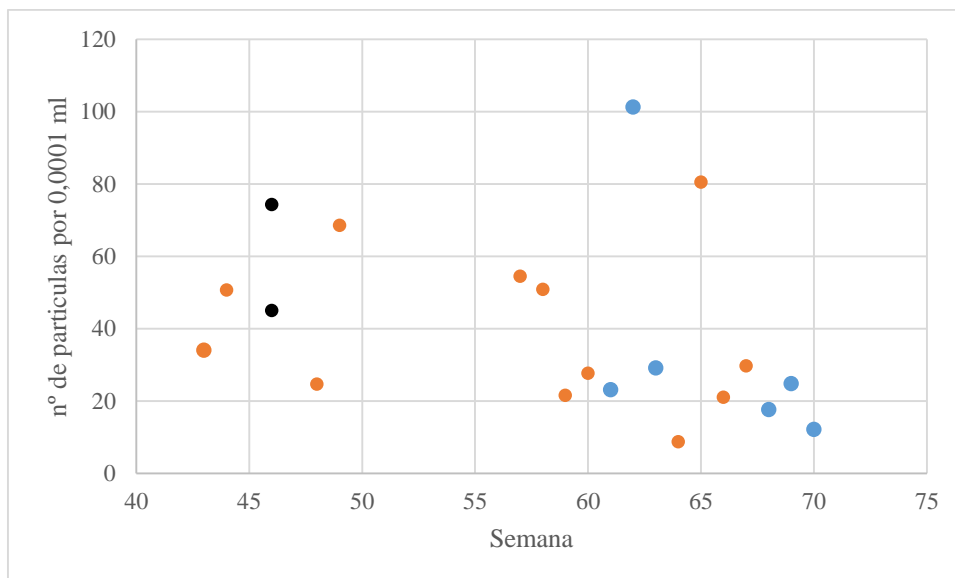


Figura 3.3.1.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água do circuito que esteve a ser utilizado. Os pontos cor de laranja correspondem às alturas em que esteve a ser utilizado o CS, os pontos azuis às alturas em que esteve a ser utilizado o CN e os pretos quando ambos os circuitos estiveram a ser utilizados ao mesmo tempo.

3.3.2. Quantidade de partículas presentes na saída

Como a saída corresponde ao ponto de amostragem a seguir ao tanque central, representado na Figura 2.1.1, significa que a água nessa área já passou pelos tanques de “upwelling” e pelas ostras. Assim, é de esperar que as amostras neste ponto tenham menos partículas que o circuito usado e que a ria, pois uma parte destas deve ter sido assimilada pelas ostras.

Neste gráfico há um valor atípico, a amostra da semana 62 tem aproximadamente 91 partículas (Figura 3.3.2.1). Todos os restantes valores são mais baixos. E em geral mais baixos que os observados nos restantes pontos de amostragem

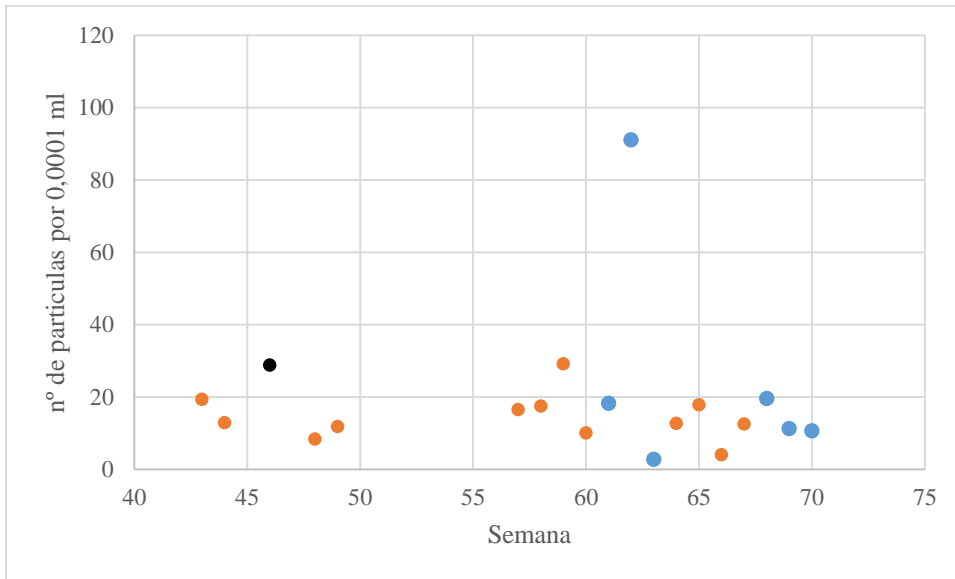


Figura 3.3.2.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água da saída. Os pontos cor de laranja correspondem às alturas em que esteve a ser utilizado o CS, os pontos azuis às alturas em que esteve a ser utilizado o CN e o preto quando ambos os circuitos estiveram a ser utilizados ao mesmo tempo.

3.3.3. Quantidade de partículas presentes na ria

O gráfico que representa as partículas presentes nas amostras da ria, Figura 3.3.3.1, tem uma amostra da semana 59 onde foram contadas 1822 partículas, o que é um número muito exagerado em comparação com as restantes amostras. Tendo isto em conta, foi feito um segundo gráfico, Figura 3.3.3.2, sem o valor correspondente ao número de partículas da amostra da semana 59.

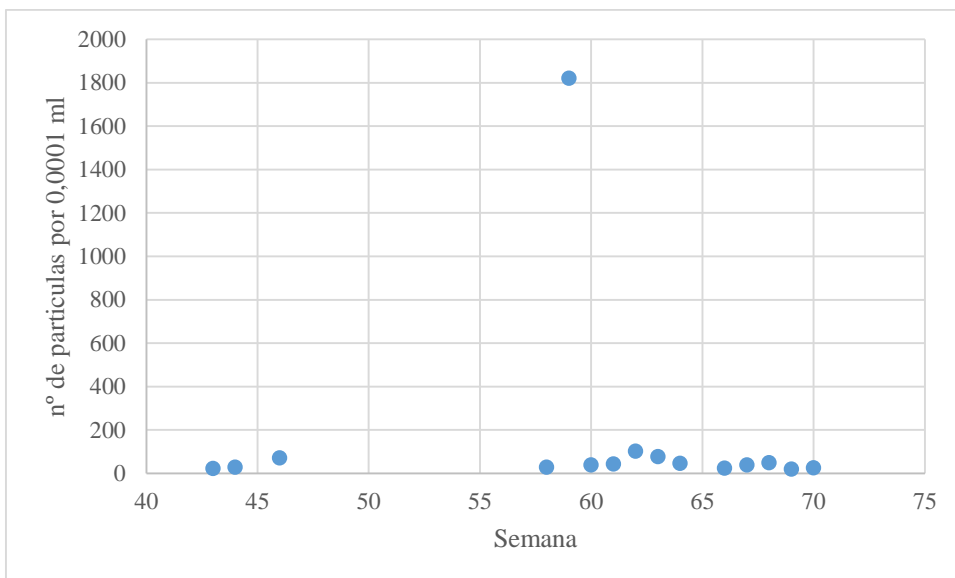


Figura 3.3.3.1 Número de partículas presentes nas amostragens de água da ria.

Neste segundo gráfico (Figura 3.3.3.2) sem a amostra da semana 59, há uma mínima de 20 e uma máxima de aproximadamente 103 partículas, por 0,0001 ml (Tabela A6, em anexo).

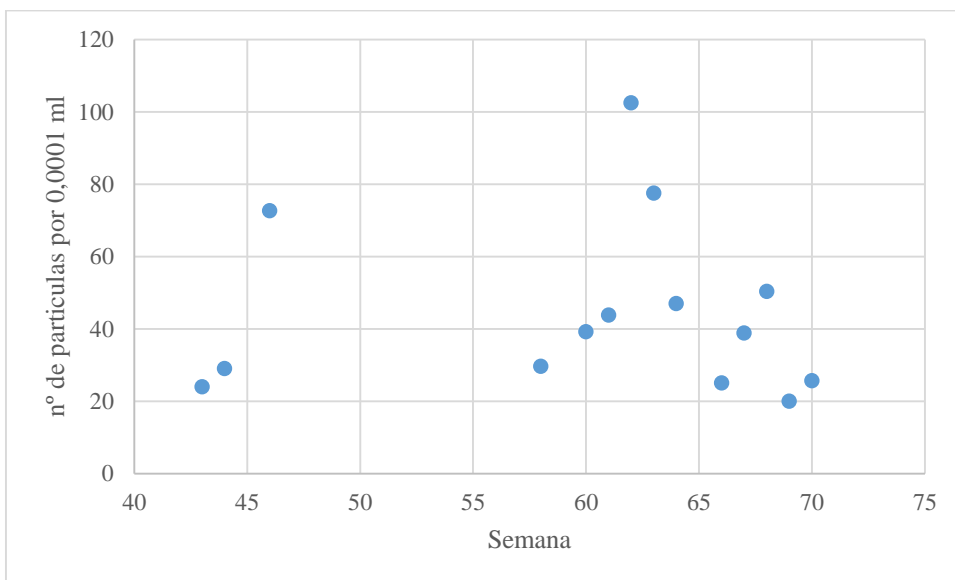


Figura 3.3.3.2 Número de partículas presentes nas amostragens de água da ria, sem a amostra da semana 59.

3.3.4. Relação entre o número total de partículas presentes na água e o número de partículas que podem ser ingeridas pelas ostras

Os três gráficos que se seguem representam o número total de partículas e o número de partículas sem detritos e sem partículas com menos de 5 μm , na água da ria, no circuito usado e na saída.

Estes gráficos ajudam a compreender o número de partículas por ml existentes na água e o número de partículas que realmente as ostras podem ingerir. Entre estes três pontos de amostragem, a ria é a zona onde a média de partículas presentes é superior; o circuito usado deveria ter mais partículas, tendo em conta que este sistema de cultivo utiliza tanques de terra com o propósito de induzir um aumento de microalgas para as ostras se alimentarem. No entanto, de acordo com os resultados deste trabalho, isso não acontece. Devido às ostras terem estado a alimentar-se das partículas presentes no circuito, as amostragens de água da saída têm também um número médio de partículas menor.

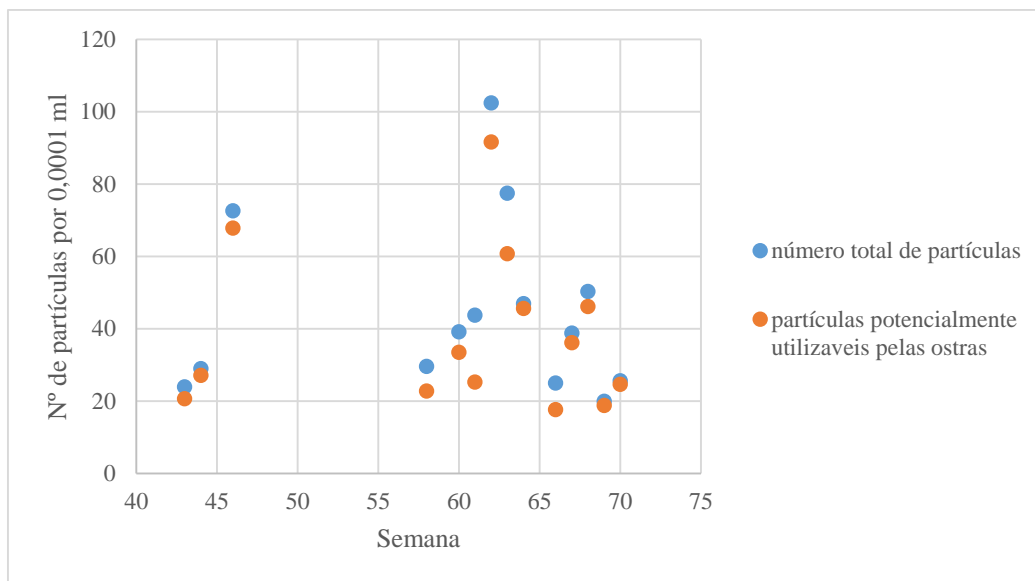


Figura 3.3.4.1 Número total de partículas e partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras (número de partículas sem os detritos e partículas menores que 5 μm , t-(d+p)), nas amostras da ria. Este gráfico exclui os dados da semana 59. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A6 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

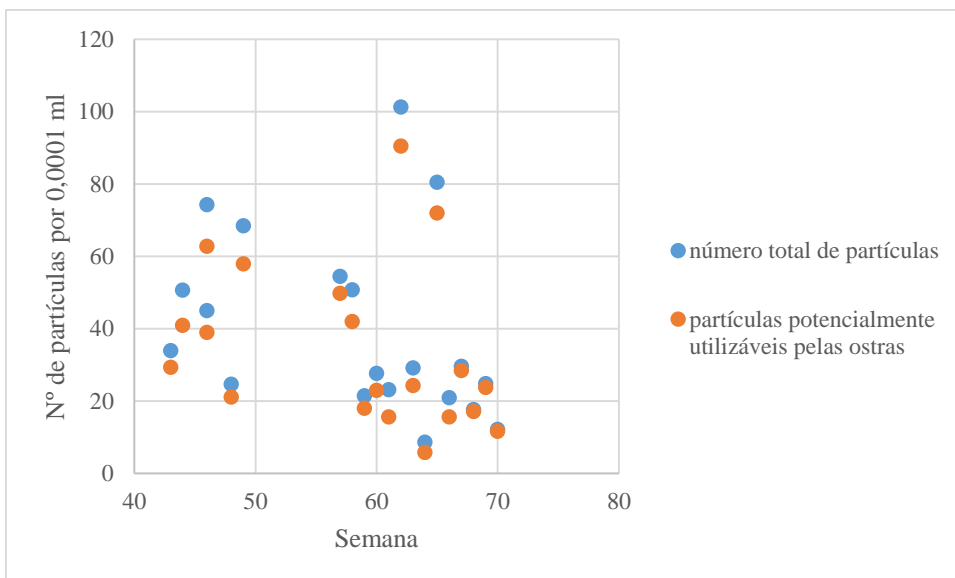


Figura 3.3.4.2 Número total de partículas, “total” e número de partículas sem os detritos e partículas menores que 5µm, “t-(d+p)”, nas amostras do circuito usado. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A4 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

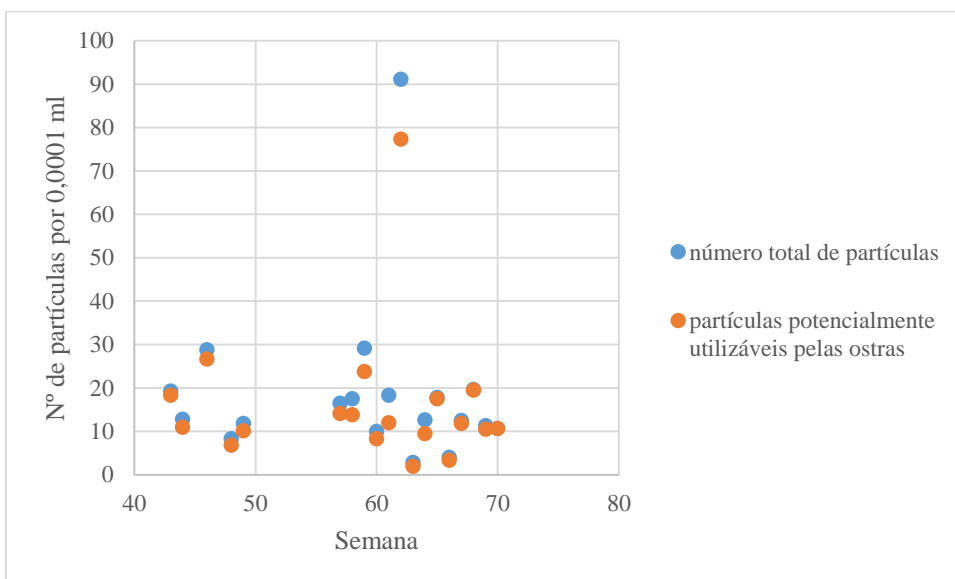


Figura 3.3.4.3 Número total de partículas, “total” e número de partículas sem os detritos e partículas menores que 5µm, “t-(d+p)”, nas amostras da saída. O gráfico baseia-se nos dados da Tabela A5 em anexo que inclui valores das médias do t-(d+p).

Na Figura 3.3.4.4, o ponto de amostragem em que a caixa de bigodes inclui um maior número de valores é por ordem decrescente, CN, CS, RIA e SAI.

O CN foi o circuito que registou um maior número de partículas, como se pode verificar através do quarto quartil, seguindo o CS, RIA e SAI. O SAI foi o ponto que registou um número de partículas mais baixo, seguindo o CS, CN e RIA.

O valor da mediana é muito próximo entre o CN, o CS e a RIA, no SAI é um pouco mais baixo.

Dos três outliers apresentados pelo gráfico, é no CN que se encontra o valor mais distante.

O 1º quartil que abrange valores mais altos é a RIA, seguindo o CN, CS e SAI. O 3º quartil que abrange valores mais altos é por ordem decrescente CN, RIA, CS e SAI.

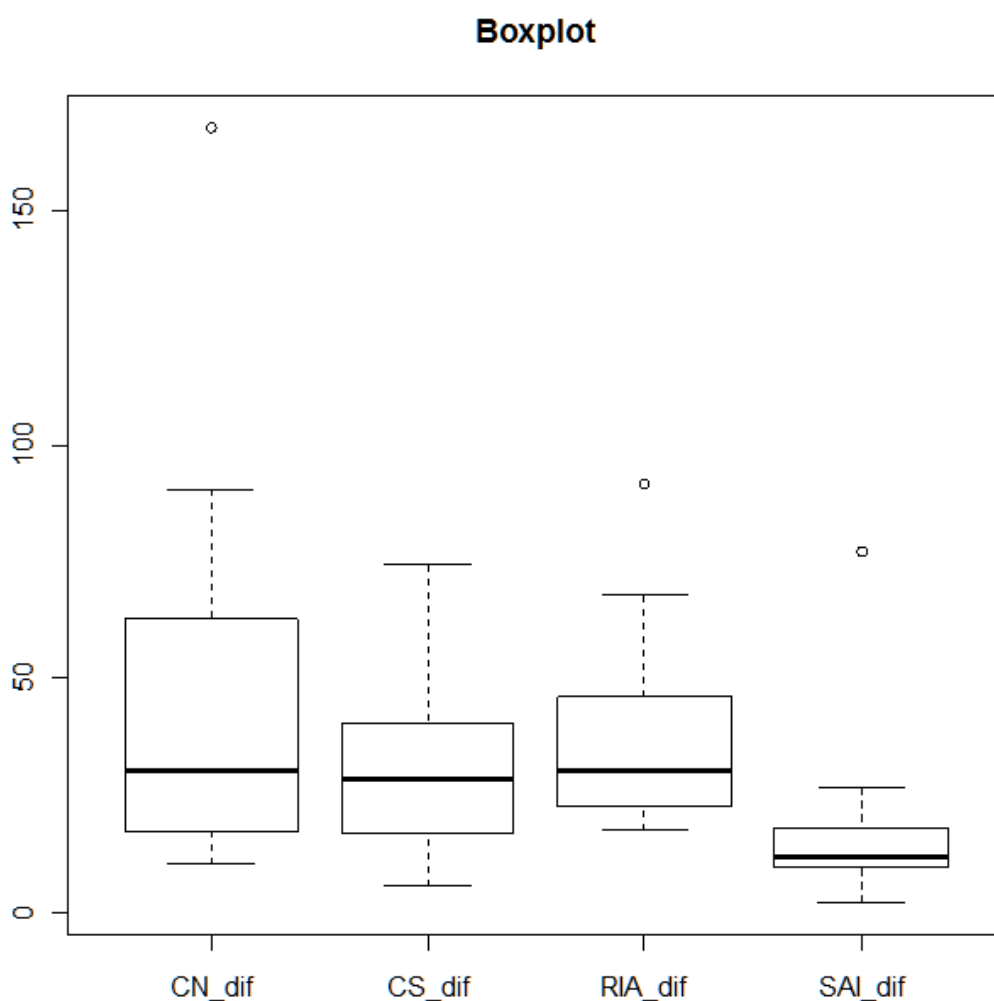


Figura 3.3.4.4 Número de partículas por cada 0,0001 ml, sem os detritos e sem partículas inferiores a 5 μ m, nos quatro pontos de amostragem.

Comparando a concentração de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras entre o Circuito em utilização, o tanque de ostras e o canal da Ria Formosa, verifica-se que há diferenças significativas (Tabela 3.3.4.1).

Tabela 3.3.4.1 ANOVA efetuada sobre a informação relativa às partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras.

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Part circuito	19	0	24.333	17.375	47.875
Part saída	19	0	11.833	9.667	18.125
Part Ria	19	0	33.500	24.833	43.500

H = 20.766 with 2 degrees of freedom (P = <0.001)

Numa análise mais fina, verifica-se que há diferenças significativas entre a concentração de partículas no circuito em utilização e o tanque de crescimento das ostras, mas não entre o circuito e a Ria (Tabela 3.3.4.2), sendo a concentração de partículas do tanque de ostras significativamente menor que nos restantes locais testados.

Tabela 3.3.4.2 Comparações entre pares de variáveis – entre o circuito em utilização (Part circuito) e o tanque de ostras (Part saída) e entre o circuito e a Ria (Part Ria)

Mann-Whitney Rank Sum Test

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Part circuito	19	0	24.333	17.375	47.875
Part saída	19	0	11.833	9.667	18.125

Mann-Whitney U Statistic= 68.500

T = 482.500 n(small)= 19 n(big)= 19 (P = 0.001)

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Part Circuito	19	0	24.333	17.375	47.875
Part Ria	19	0	33.500	24.833	43.500

Mann-Whitney U Statistic= 144.000

T = 334.000 n(small)= 19 n(big)= 19 (P = 0.293)

3.4. Peso individual das ostras

A Figura 3.4.1 representa a evolução do peso médio individual das ostras *C. angulata* e *C. gigas* diploides e triploides. O gráfico representa os valores de todos os lotes de ostras acompanhados neste trabalho, o que significa que numa semana deste gráfico pode

coexistir um valor relativo ao peso individual de um lote com uma semana de berçário com um de um lote com dez semanas por exemplo. Pode-se no entanto verificar que, exceto um lote diploide que atingiu um peso individual de 1814 mg, os restantes lotes estiveram em crescimento no berçário até atingirem cerca de 600 mg, tendo sido depois transferidos para viveiros.

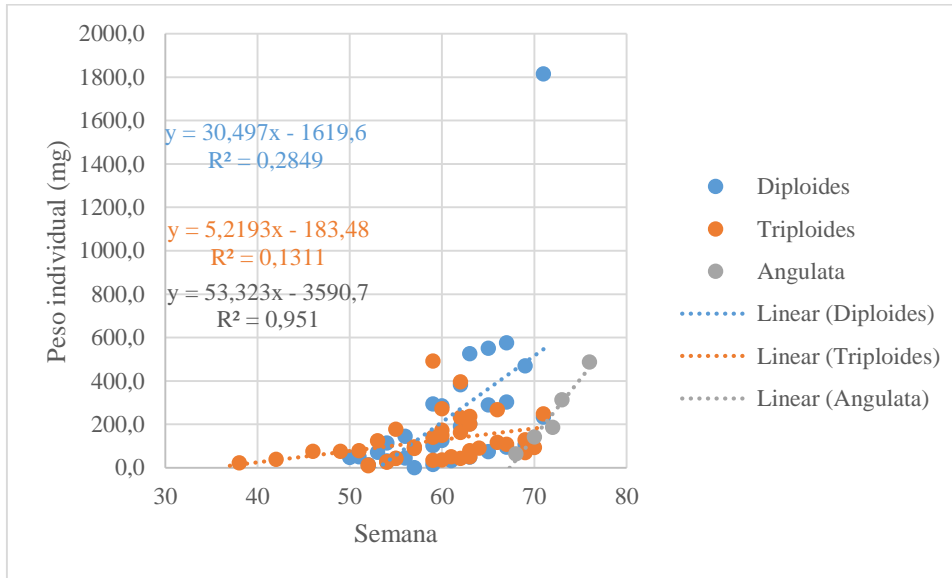


Figura 3.4.1 Peso individual das ostras de todos os lotes ao longo das semanas.

3.5. Peso individual versus taxa de crescimento específico do peso individual

As figuras que se seguem ajudam a compreender se existe alguma variação entre a taxa de crescimento específica do peso individual com o aumento do peso individual das ostras.

Nos lotes diploides, numa das quantificações foi observado um valor muito elevado, considerado “outlier”, 1814 mg, muito distante dos restantes, dificultando assim a análise do gráfico. Tendo isto em consideração e para uma melhor análise, foi feito um segundo gráfico, Figura 3.5.2, sem este “outlier”. Neste gráfico a linha de tendência é praticamente horizontal e não parece haver uma relação entre a TCE e o aumento do peso individual.

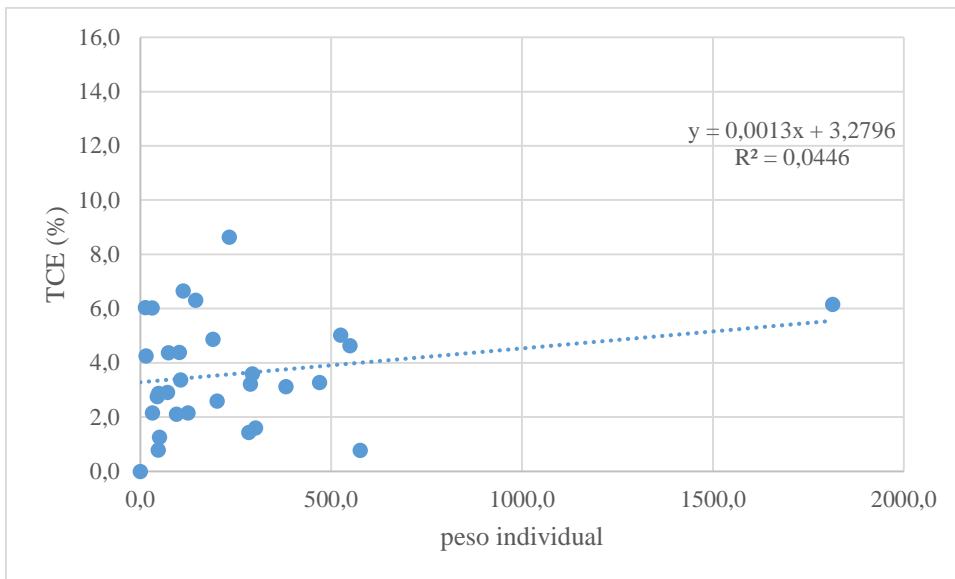


Figura 3.5.1 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes diploides.

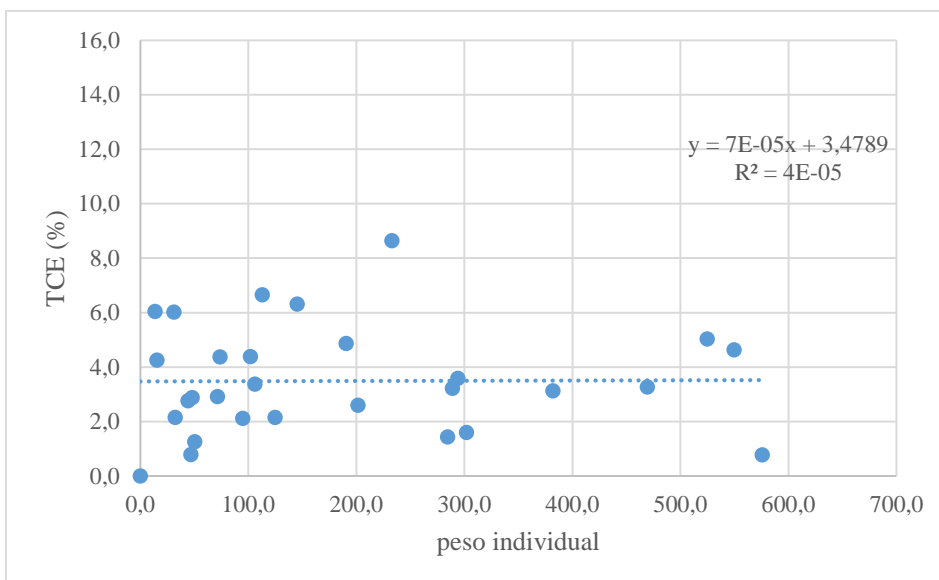


Figura 3.5.2 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes diploides sem o “outlier”.

Também nos lotes triploides não se observou nenhuma relação entre a TCE e o aumento do peso individual (Figura 3.5.3). A linha de tendência, com um declive negativo, pode indicar que a TCE diminui quando o peso individual aumenta. No entanto, há uma grande dispersão de valores, sendo o R^2 muito baixo.

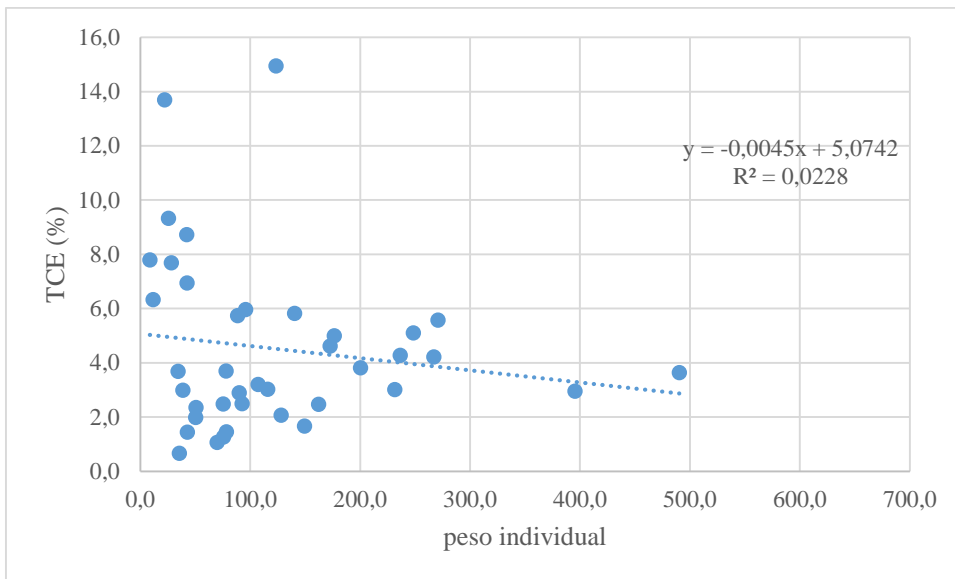


Figura 3.5.3 Peso individual versus TCE do peso individual nos lotes triploides.

Em relação ao lote *C. angulata*, a linha de tendência embora com declive negativo também não é significativa (Figura 3.5.4).

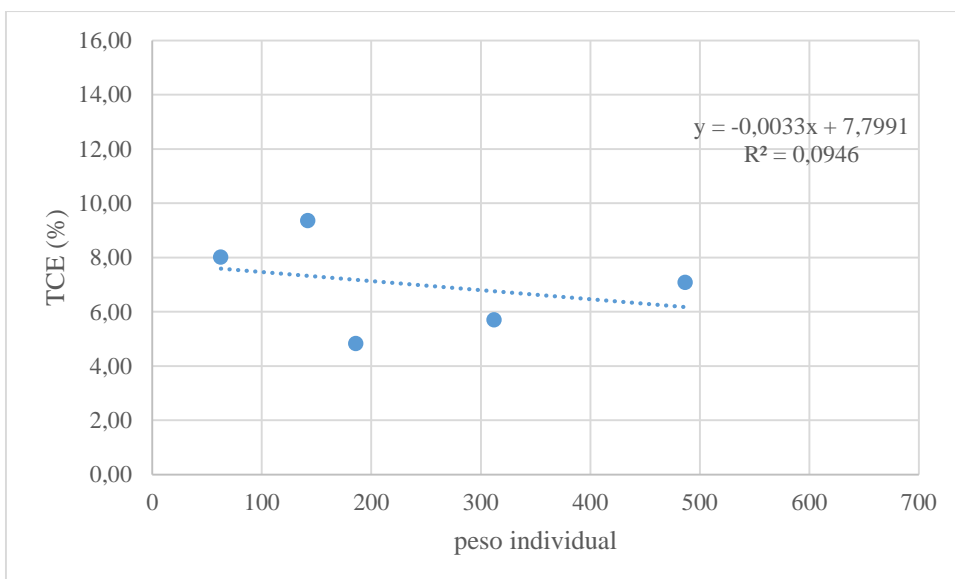


Figura 3.5.4 Peso individual versus TCE do peso individual no lote angulata.

3.6. Taxa de crescimento específico do peso individual ponderado

Como referido anteriormente na justificação das fórmulas utilizadas, quando o propósito é analisar apenas o crescimento das ostras durante um espaço de tempo e verificar a diferença entre *C. gigas* diploides, triploides e *C. angulata*, foram usados os

resultados dos cálculos da taxa de crescimento específico ponderado. A taxa de crescimento específico é a fórmula que foi usada para analisar o crescimento das ostras e utilizada neste trabalho para fazer comparações com outros dados presentes no mesmo gráfico; no entanto quando se quer apenas analisar a taxa de crescimento específico ao longo do tempo, esta fórmula foi adaptada e chamada de “taxa de crescimento específico ponderada”, visto que esta tem em consideração o total de ostras utilizadas neste trabalho e não apenas o total de ostras do lote em questão. Concluindo, esta fórmula adaptada é a que nos permite fazer uma comparação mais justa da taxa de crescimento entre ostras diferentes, pois tem em consideração a população de todos os lotes.

A TCE do peso individual ponderado no conjunto dos lotes diploides apresenta em geral um aumento gradual dos valores com o decorrer das semanas, como se pode verificar na figura seguinte, Figura 3.6.1.

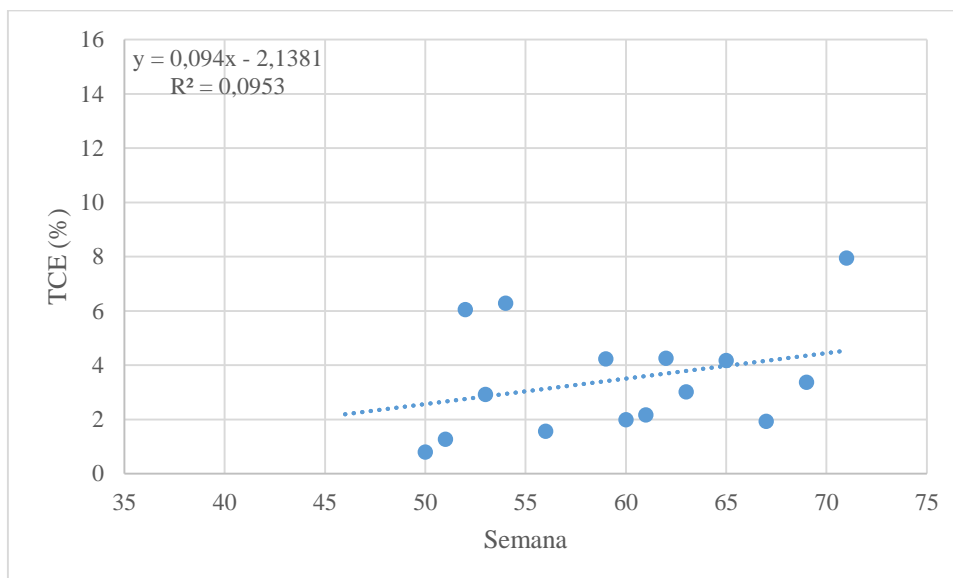


Figura 3.6.1 TCE do peso individual ponderado (%) entre os lotes diploides.

A linha de tendência do gráfico da Figura 3.6.2 é decrescente na semana 38 e 53. Estes lotes triploides, assim como os diploides, durante a maioria das semanas tiveram um crescimento inferior a 4%.

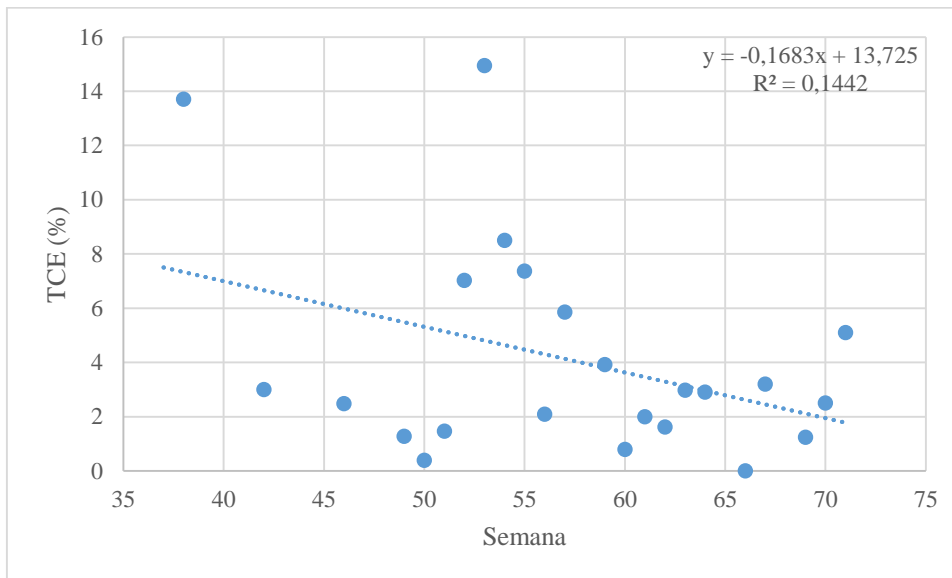


Figura 3.6.2 TCE do peso individual ponderado (%) entre os lotes triploides.

Os resultados da TCE do peso individual ponderado do lote *C. angulata* baseiam-se em cinco valores, o que impede de tirar grandes conclusões sobre a oscilação do seu crescimento ao longo do tempo, visto que consiste apenas num único lote com uma estadia no berçário de onze semanas.

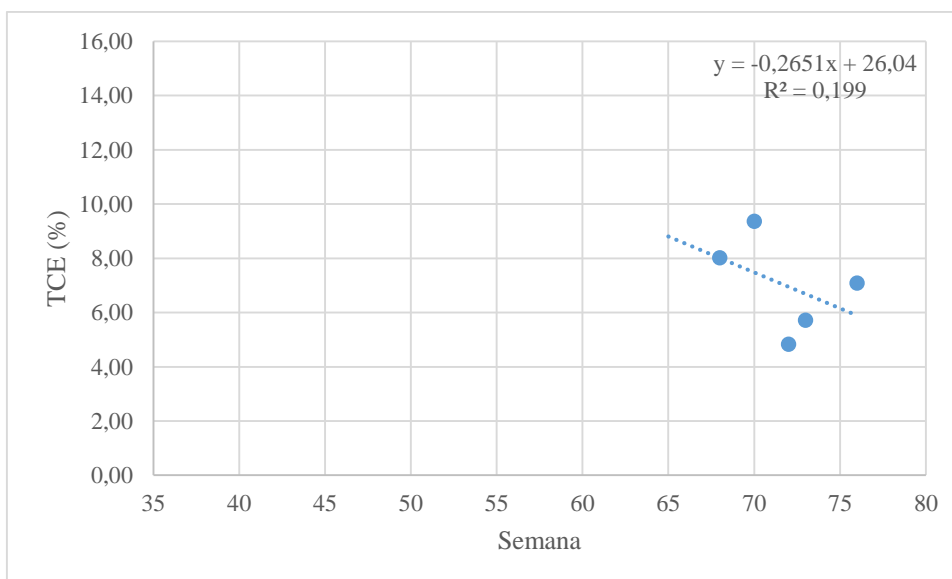


Figura 3.6.3 TCE do peso individual ponderado (%) no lote angulata.

3.7. Relação entre a taxa de crescimento específico do peso individual e as condições ambientais

3.7.1. Taxa de crescimento específico do peso individual e temperatura

A partir da semana 57, parece existir uma relação entre a temperatura e a TCE, no sentido em que ambas decrescem em alguns dos pontos representados na Figura 3.7.1.1. Após essa descida pode-se verificar um aumento na temperatura e também um aumento na TCE entre a semana 67 e 71.

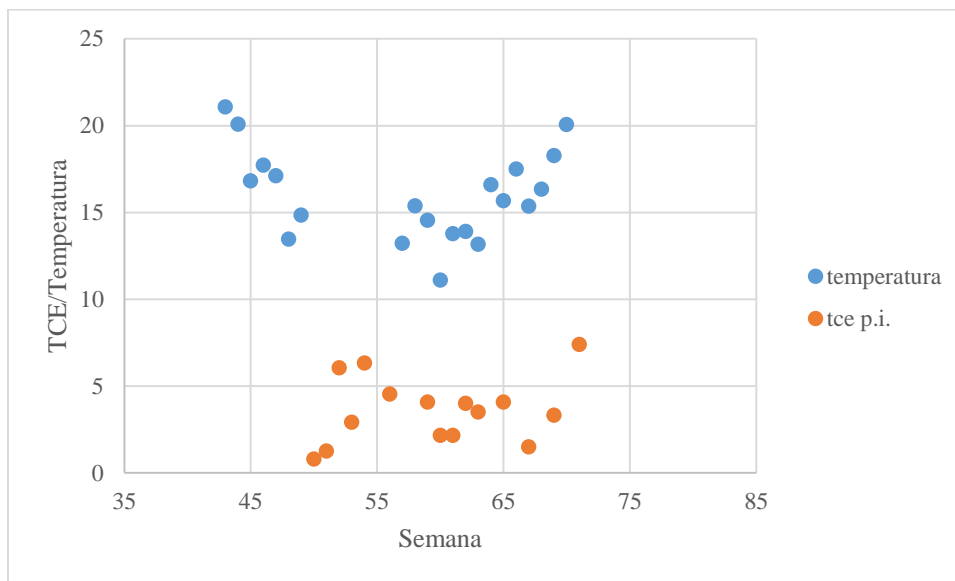


Figura 3.7.1.1 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, nos lotes diploides.

No gráfico da Figura 3.7.1.2, entre a semana 43 e 48 há um decréscimo na temperatura, assim como na TCE. Entre a semana 58 e 63 poderá também haver uma relação no sentido de decréscimo da temperatura e da TCE. Os restantes valores não aparentam apresentar uma ligação entre eles.

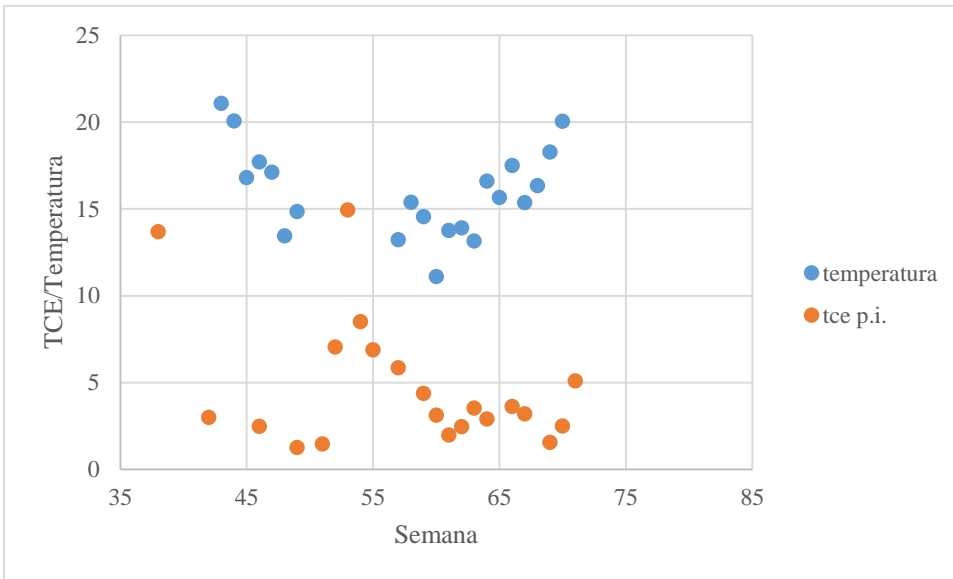


Figura 3.7.1.2 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, nos lotes triploides.

Tendo em conta os poucos dados da TCE do lote angulata, em que existem apenas dois valores no mesmo espaço temporal que as medições da temperatura, torna-se praticamente impossível verificar uma relação entre estes dados.

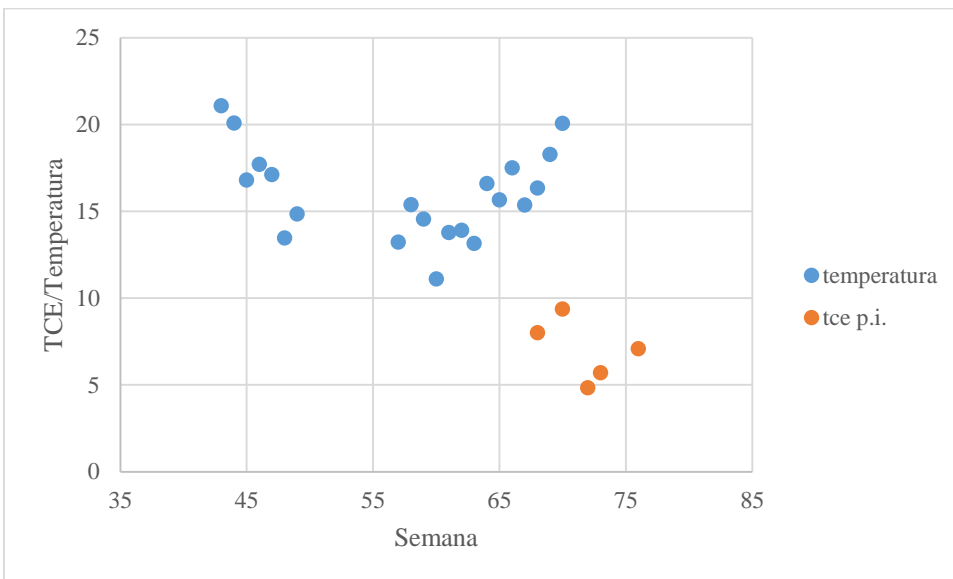


Figura 3.7.1.3 Relação entre a TCE do peso individual e a temperatura, no lote angulata.

3.7.2. Taxa de crescimento específico do peso individual e nº de partículas

O número de partículas presentes no circuito usado varia bastante e de forma pouco linear com o decorrer das semanas e consequentemente parece não existir uma

relação visível entre os dados nos gráficos seguintes. A quantidade de alimento presente na água é um elemento essencial para o crescimento das ostras, no entanto a sua variação não permite verificar uma associação com a TCE.

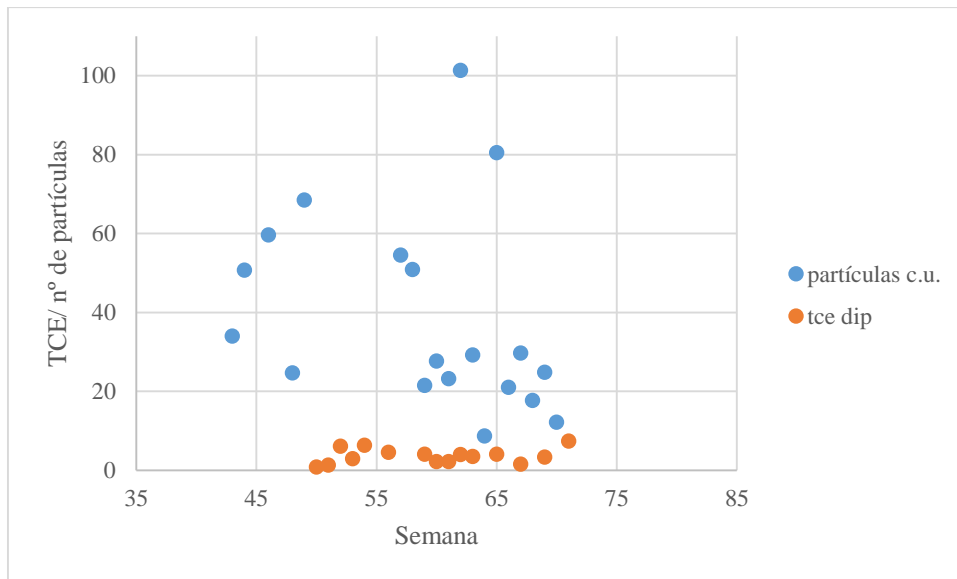


Figura 3.7.2.1 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes diploides e o nº de partículas presentes no circuito usado.

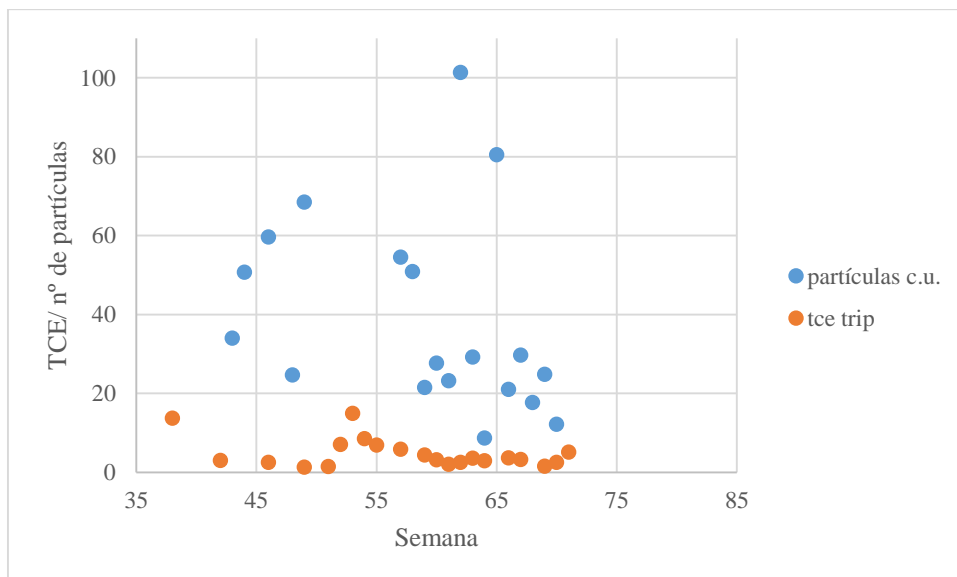


Figura 3.7.2.2 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes triploides e o nº de partículas presentes no circuito usado.

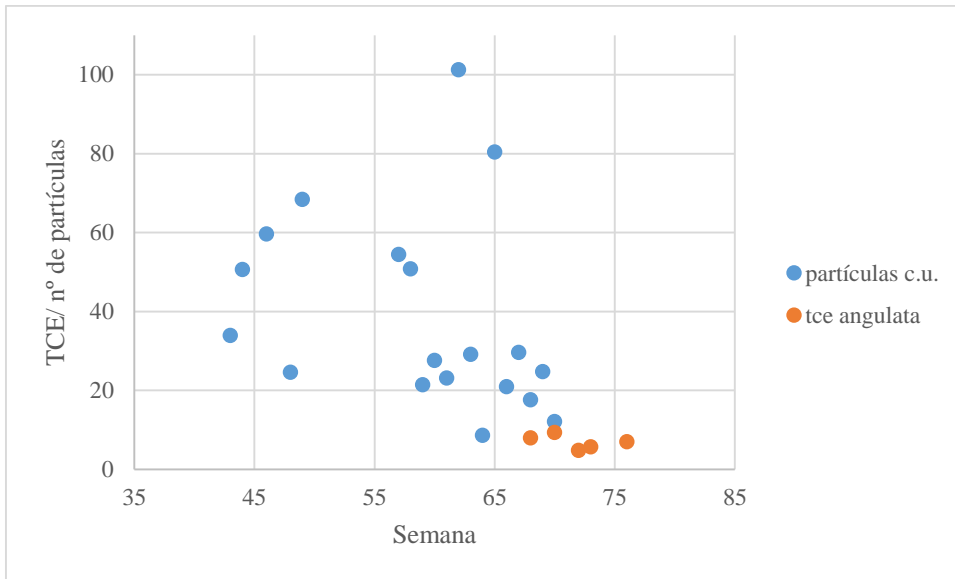


Figura 3.7.2.3 Relação entre a TCE do peso individual no lote angulata e o nº de partículas presentes no circuito usado.

3.7.3. Taxa de crescimento específico do peso individual e nº de partículas potencialmente utilizáveis

O que acontece com os gráficos das Figuras 3.7.3.1, 3.7.3.2 e 3.7.3.3 pode ser descrito pelo que foi referido nas Figuras 3.7.2.1, 3.7.2.2 e 3.7.2.3. Parece não existir uma relação visível entre a TCE do peso individual das ostras e o número de partículas potencialmente utilizáveis presentes no circuito usado.

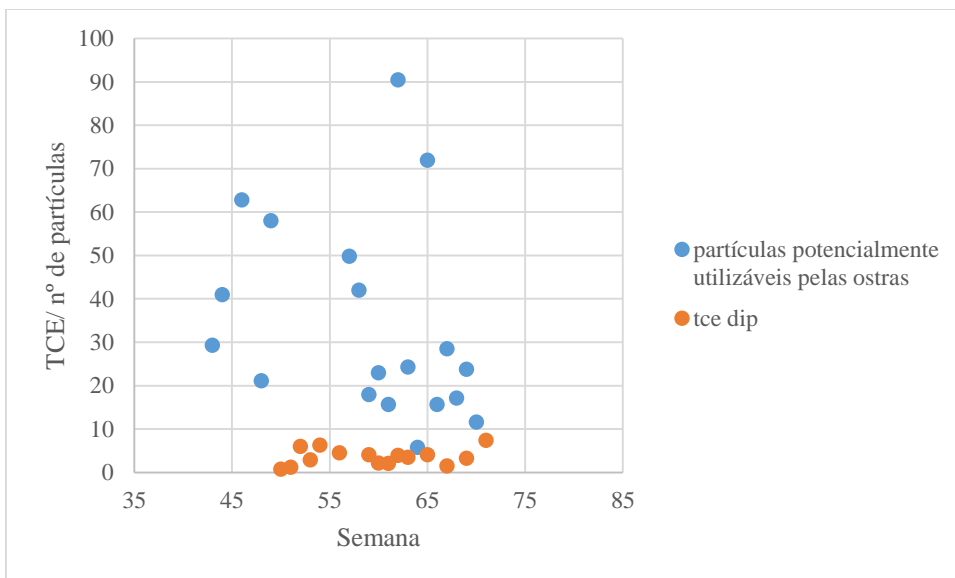


Figura 3.7.3.1 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes diploides e o nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

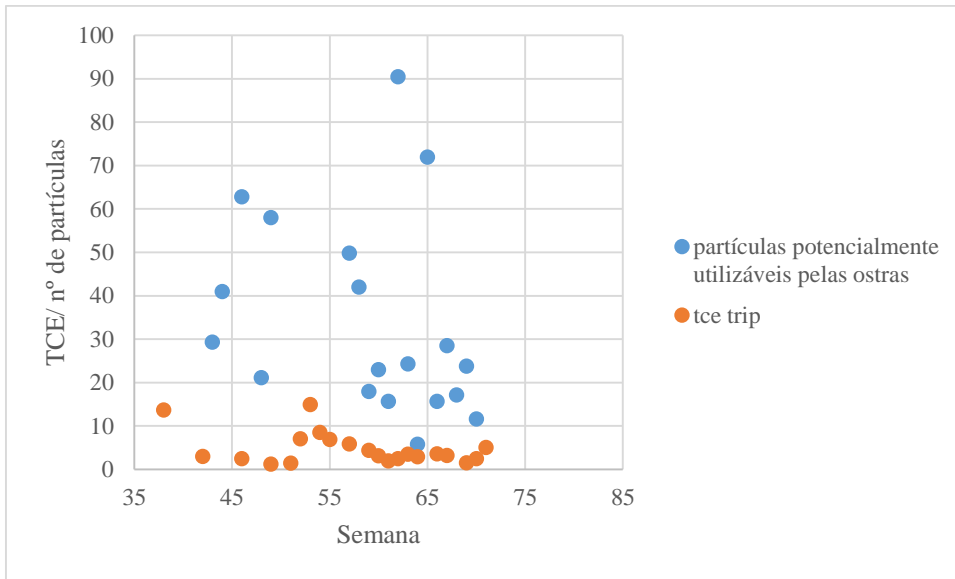


Figura 3.7.3.2 Relação entre a TCE do peso individual nos lotes triploides e o nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

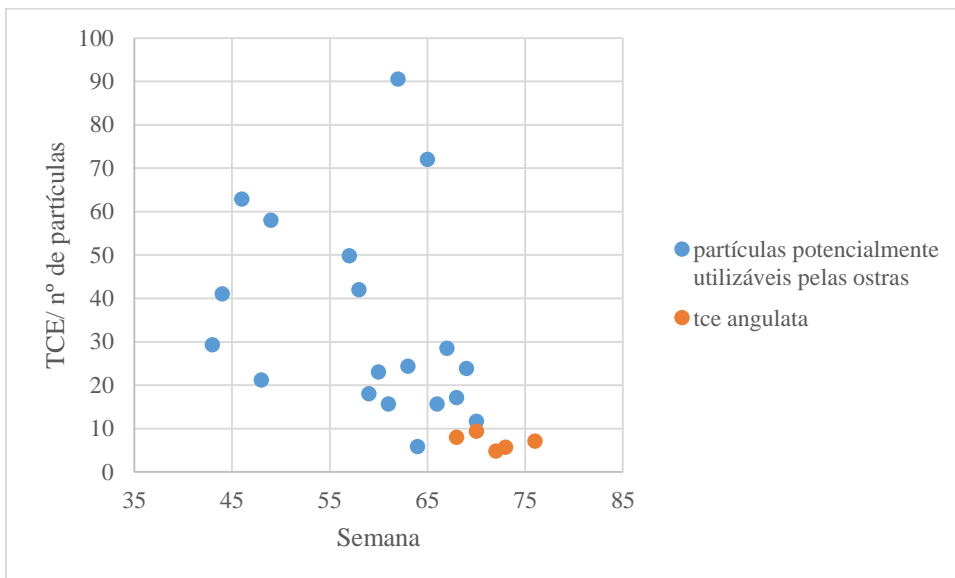


Figura 3.7.3.3 Relação entre a TCE do peso individual no lote angulata e o nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras presentes no circuito usado.

3.8. Taxa de mortalidade

Como se pode verificar no gráfico da Figura 3.8.1, é visível que a taxa de mortalidade tende a aumentar nos três lotes das *C. gigas* diploides, atingindo máximas de aproximadamente 21%, 19% e 65%.

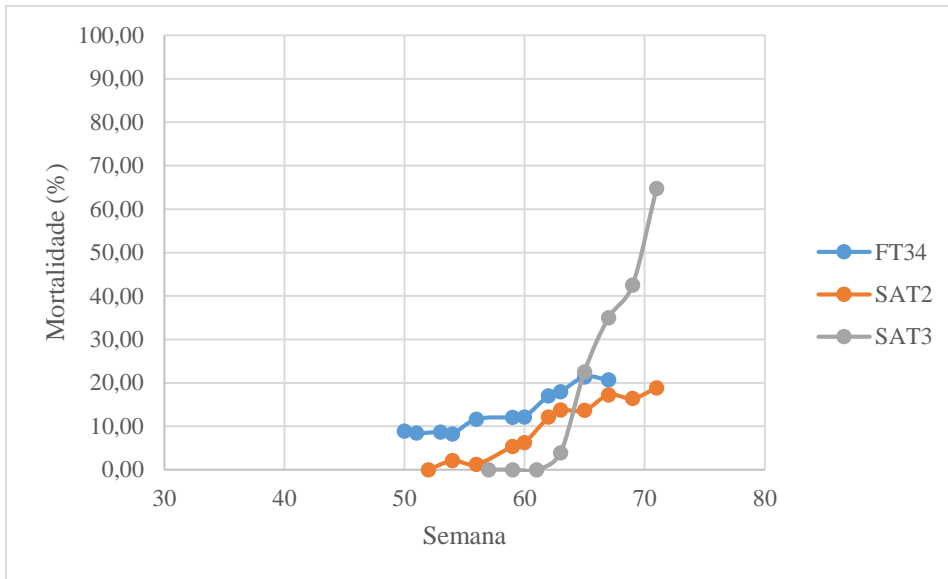


Figura 3.8.1 Taxa de mortalidade nos lotes diploides de *C. gigas*.

Nos lotes triploides (Figura 3.8.2), a taxa de mortalidade não aumenta continuamente como nas diploides, no entanto ocorre um aumento comum nos dois gráficos a começar na semana 60.

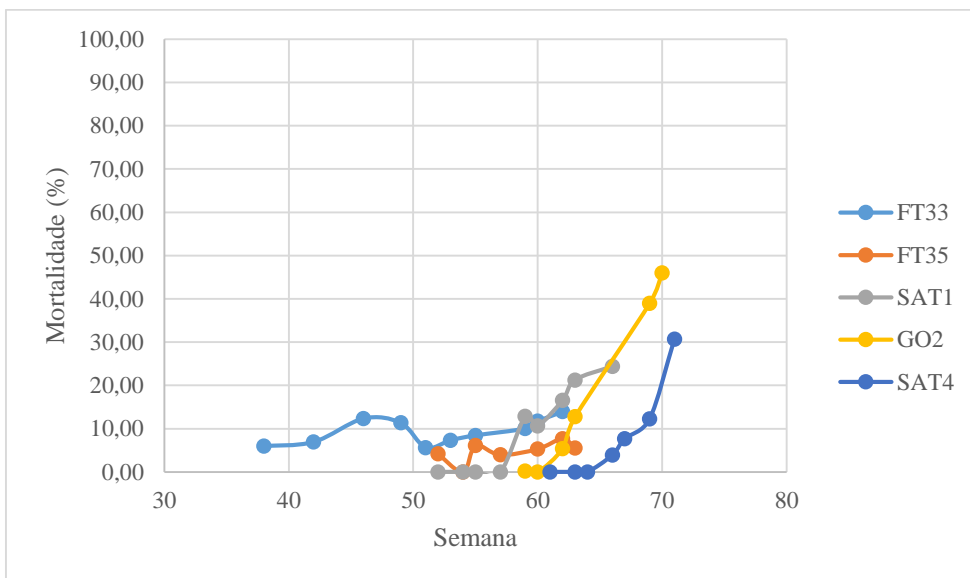


Figura 3.8.2 Taxa de mortalidade nos lotes triploides.

A taxa de mortalidade no lote *C. angulata* foi bastante superior a qualquer outro dos lotes de *C. gigas* e foi aumentando gradualmente.

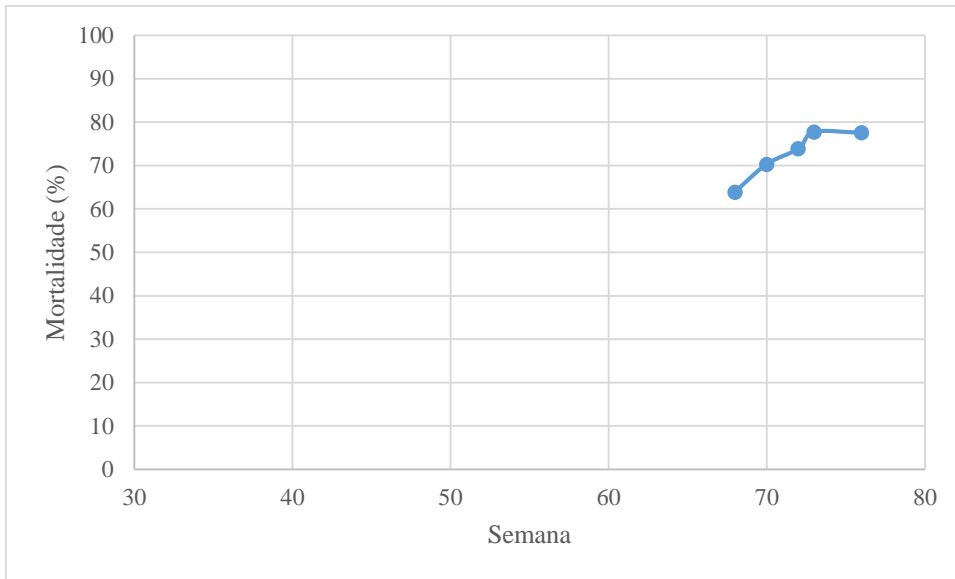


Figura 3.8.3 Taxa de mortalidade no lote angulata.

3.9. Relação entre a taxa de mortalidade e as condições ambientais

3.9.1. Taxa de mortalidade e temperatura da água

No gráfico da Figura 3.9.1.1, a partir da semana 59 a taxa de mortalidade nos lotes diploides aumenta até à semana 71, durante este espaço de tempo a temperatura também aumenta, podendo assim haver alguma correlação entre o aumento de temperatura da água e o aumento da mortalidade.

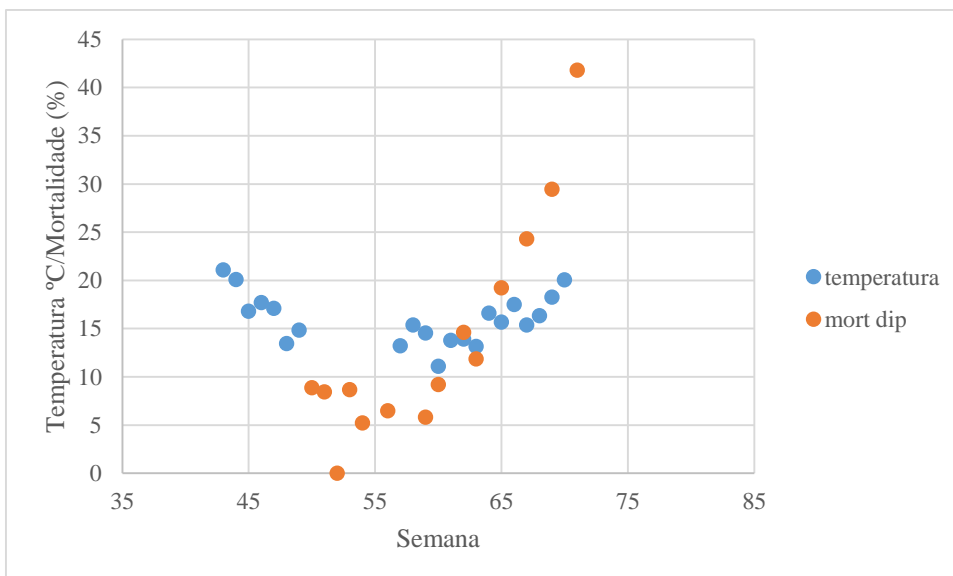


Figura 3.9.1.1 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade nos lotes diploides.

Nos lotes triploides, com o decorrer das semanas parece não existir um padrão de aumento ou decréscimo linear na mortalidade, pelo contrário os valores registados estão distribuídos de uma forma quase aleatória (Figura 3.9.1.2). Isto acontece possivelmente devido ao facto de este gráfico incluir vários lotes triploides e cada lote terá uma taxa de mortalidade diferente.

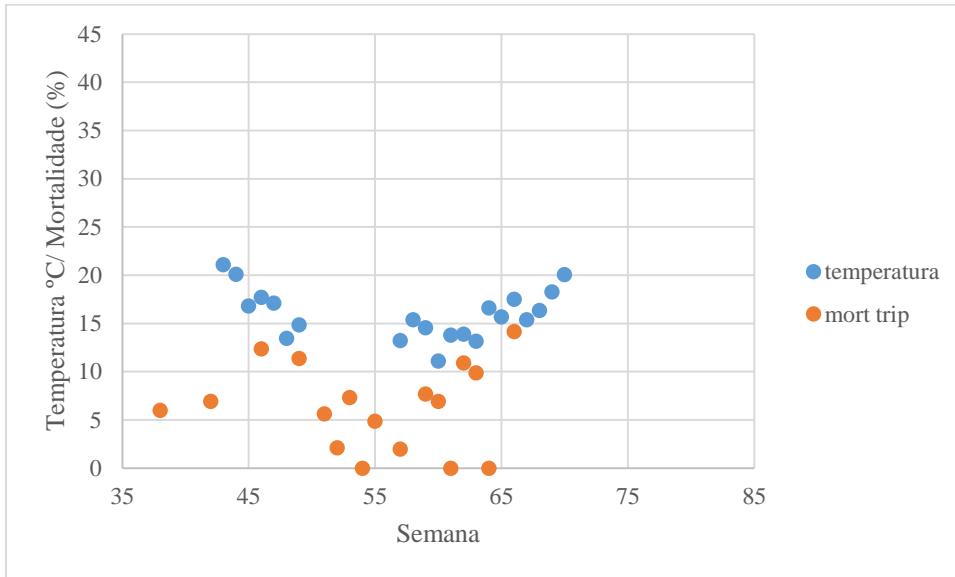


Figura 3.9.1.2 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade nos lotes triploides.

No lote angulata, Figura 3.9.1.3, devido á pouca coincidência no espaço temporal entre os registos da temperatura da água e os registos da taxa de mortalidade, são poucas as análises que se podem fazer neste gráfico. Os únicos dois pontos da taxa de mortalidade que coincidem com o espaço temporal dos valores da temperatura da água, demonstram um aumento em ambos, no entanto dois valores são insuficientes para tirar conclusões deste gráfico.

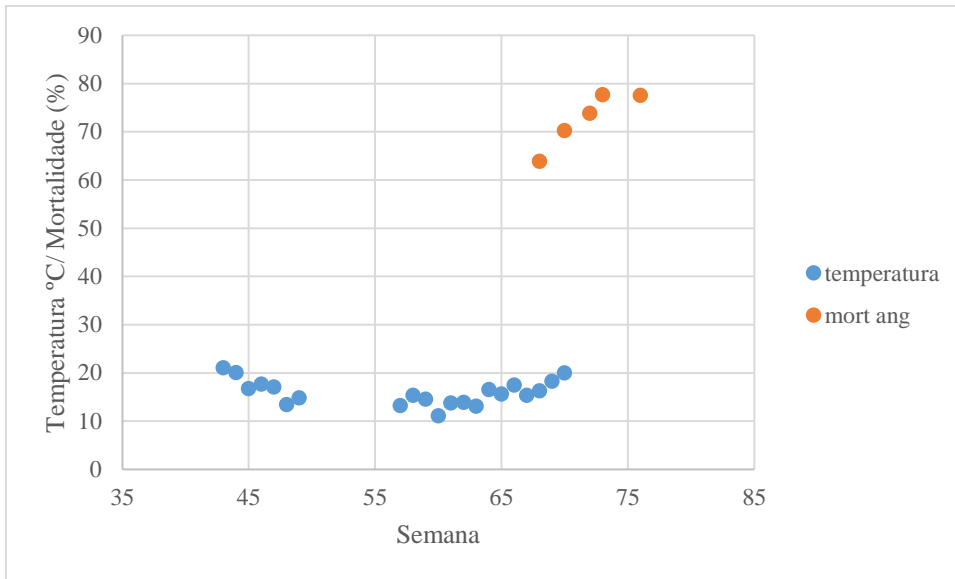


Figura 3.9.1.3 Relação entre a temperatura da água e a taxa de mortalidade no lote angulata.

3.9.2. Taxa de mortalidade e nº de partículas no circuito usado

Nos seguintes gráficos parece não existir qualquer relação entre o número de partículas presentes nas amostras de água e a taxa de mortalidade das ostras.

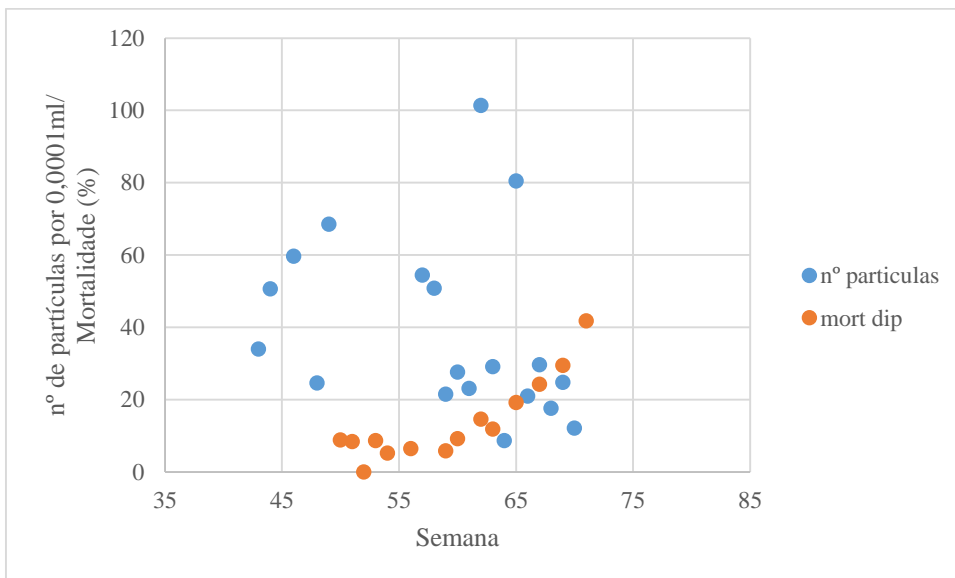


Figura 3.9.2.1 Relação entre o nº de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade nos lotes diploides.

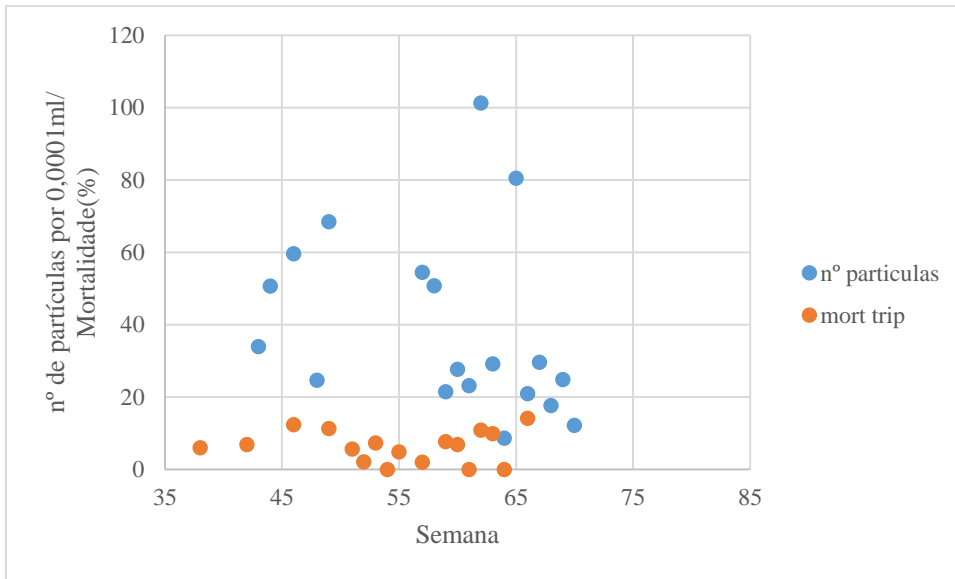


Figura 3.9.2.2 Relação entre o n° de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade nos lotes triploides.

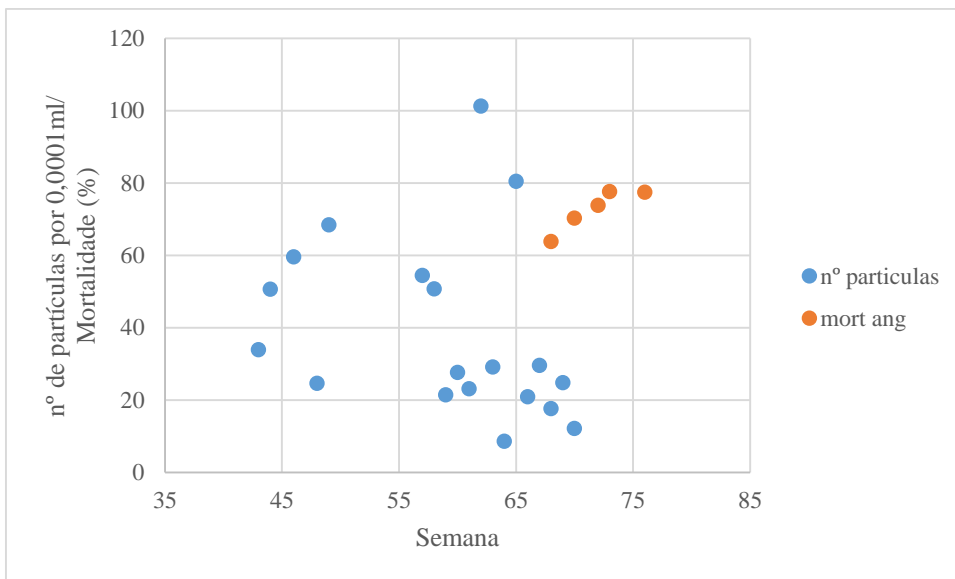


Figura 3.9.2.3 Relação entre o n° de partículas nas amostras do circuito usado e a taxa de mortalidade no lote angulata.

3.10. Correlação entre TCE, mortalidade e variáveis ambientais

Os dados principais foram agrupados na Tabela 3.10.1, de forma a diminuir os espaços sem informação de algumas variáveis e permitir alguma análise estatística simples. Verifica-se que há uma correlação positiva entre a quantidade de partículas no circuito em utilização e a TCE das ostras triploides (Tabela 3.10.2). Maior disponibilidade de alimento contribuirá para um aumento da taxa de crescimento das ostras.

Relativamente às ostras diploides não foi encontrada nenhuma correlação significativa com o TCE mas sim entre a taxa de mortalidade e a salinidade. Valores mais elevados de salinidade poderão ter contribuído para um aumento da taxa de mortalidade destas ostras. Verifica-se uma correlação negativa entre a quantidade de partículas potencialmente utilizáveis e a salinidade. Observou-se uma correlação elevada entre o número de partículas no tanque de ostras e a sua concentração na Ria. Contudo, esta elevada correlação poderá estar relacionada com um aumento acentuado, em ambos os locais, durante a semana 62. Se retirarmos estes valores não há nenhuma correlação entre a concentração de partículas nos dois locais.

Tabela 3.10.1 Valores médios da taxa de crescimento específico (TCE) de ostras triploides (trip) ou diploides (dip), taxa de mortalidade (Mort), temperatura (temp), salinidade (sal), pH, nº de partículas potencialmente utilizáveis pelas ostras no circuito em utilização (circuito), no tanque de cultivo de ostras (saída) e na Ria.

	Out	Out	Out	Out	Inv	Inv	Inv	Inv	Inv	Inv	Inv	Prim	Prim	Prim	Prim
Semanas	38-43	44-46	47-49	50-53	55-57	58	59	60	61	62	63-64	65-66	67	68-69	70
TCE trip	8.3	2.5	1.3	8.0	6.4	5.1	4.4	3.1	2.0	2.5	3.3	3.6	3.2	1.6	3.8
mort trip	6.5	12.4	11.4	5.0	3.4	4.8	7.7	6.9	4.4	1.9	9.9	14.2	0.0	0.0	0.0
TCE dip				2.9	4.5	4.7	4.8	2.2	2.2	4.0	3.5	4.8	1.5	3.3	7.4
Mort dip				8.7	6.5	6.2	5.8	9.2	11.9	14.6	11.9	19.2	24.3	29.5	41.8
temp	21.9	12.5	15.1	14.2	13.2	15.4	14.6	11.1	13.8	13.9	14.9	16.6	15.4	17.3	12.7
sal	38.9	36.8	38.3	38.5	38.8	38.9	38.9	38.9	39.4	39.9	39.4	39.6	39.3	39.5	39.6
pH	8.4	8.2	8.3	8.4	8.5	8.3	8.0	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	9.0	8.1	8.3
part circuito	29.3	23.5	39.6	44.7	49.8	42.0	18.0	23.0	15.7	9.5	15.1	43.8	28.5	20.5	11.7
part saída	18.3	18.8	4.0	9.1	14.2	13.8	23.8	8.3	12.0	77.3	5.8	10.4	11.8	10.5	1.7
part Ria	2.7	47.5	35.2	31.7	32.6	22.8	28.2	33.5	25.3	91.7	26.3	17.7	36.2	32.5	24.7

Tabela 3.10.2 Correlações entre as variáveis da Tabela 3.10.1, considerando somente a informação relativa às semanas 50-53 e seguintes. Foram assinaladas a amarelo as correlações significativas.

TCE trip															
Mort trip	0.126														
TCE dip	0.181	0.026													
Mort dip	-0.413	-0.467	0.361												
Temp	-0.183	0.116	-0.039	0.169											
Sal	-0.766	-0.080	0.177	0.579	0.273										
pH	0.271	-0.266	-0.335	0.136	0.004	-0.154									
Part circuito	0.721	0.273	-0.039	-0.382	0.193	-0.602	0.424								
Part saída	-0.201	-0.167	0.001	-0.190	-0.034	0.402	-0.180	-0.312							
Part Ria	-0.214	-0.365	-0.118	-0.046	-0.161	0.394	-0.035	-0.372	0.933						
	TCE trip	Mort trip	TCE dip	Mort dip	Temp	Sal	pH	Part circuito	Part saída	Part Ria					

4. Discussão

Este trabalho analisou o crescimento e a mortalidade de duas espécies de ostras, *C. gigas* (diploides e triploides) e *C. angulata*, em função do tempo e das condições ambientais, como a temperatura, salinidade, pH e a quantidade de partículas presentes. A discussão está feita na ordem do seguimento dos resultados. Tendo isto em conta será dividida em cinco grandes secções, primeiro sobre os parâmetros ambientais, segundo sobre o aumento do peso das ostras, terceiro sobre a relação entre aumento do peso e os parâmetros ambientais, quarto sobre a mortalidade nas ostras e quinto sobre a relação entre a mortalidade nas ostras e os parâmetros ambientais.

Parâmetros da água

A temperatura da água varia constantemente e é um dos parâmetros ambientais que tem influência em qualquer sistema biológico. Alguns estudos feitos anteriormente permitem que se possa fazer uma análise comparativa das oscilações da temperatura registadas neste trabalho, 2015/2016, com as dos registos anteriores, assim como entre outros parâmetro ambientais e a variação da taxa de crescimento e a mortalidade das ostras.

Temperatura

As temperaturas médias registadas neste trabalho foram de 17,31 °C no Outono, 13,99 °C no Inverno e 17,28 °C na Primavera (Tabela A1). Tendo em conta as temperaturas registadas por outros autores (Dionisio et al., 2000; Newton & Mudge, 2003; Gamito, 2006; Loureiro et al., 2006) e o facto de terem sido registadas em anos e pontos de amostragem diferentes, pode-se dizer que os valores da temperatura da água registados neste trabalho não são muito diferentes. As primeiras sondagens dos parâmetros da água foram feitas em Outubro (semana 43) e em relação à temperatura os valores em geral foram diminuindo até final de Novembro (semana 49) (Figura 3.2.1.1). Este decréscimo é ainda mais claro tendo em conta a variação da temperatura média da água de 17,31 °C no Outono para 13,99 °C no Inverno.

A temperatura do ar está associada à temperatura da água à superfície. O decréscimo da temperatura da água em Outubro e Novembro foi acompanhado também

por um decréscimo da temperatura do ar nos mesmos meses, o que se pode verificar na Figura 3.1.1.

Em geral a temperatura foi aumentando gradualmente, desde cerca de 14°C no Inverno para 17,3 na Primavera, acompanhando a curva de variação da temperatura do ar, registada em S. Brás de Alportel.

Salinidade

Os valores médios da salinidade registados em Newton & Mudge 2003 foram mais baixos comparando com os analisados neste estudo, possivelmente por ter englobado um maior número de pontos de amostragem e em zonas diferentes. O facto de o Inverno ter tido valores de salinidade mais baixos e mais dispersos pode ter sido devido a uma maior pluviosidade em comparação com os meses de Verão, o que tende a baixar os níveis da salinidade e também a uma maior variação nos valores, mas também porque no Verão a temperatura é mais quente, há mais evaporação, logo uma maior salinidade (Newton & Mudge, 2003). Apesar de os valores da salinidade neste trabalho decorrido entre 2015/2016 não terem variado muito, o pouco que variou poderá ser justificado pelas mesmas razões do artigo referido anteriormente.

Neste estudo não foram feitas amostragens da água da Ria Formosa durante o Verão, no entanto pode se constatar através da Tabela A2 que os valores da salinidade dispersaram mais no Outono e Inverno do que na Primavera, o que poderá ter sido devido à precipitação. Foi durante o Outono que a salinidade alcançou valores mais baixos e mais dispersos, seguindo-se o Inverno, na Primavera os valores foram mais elevados e com menor variabilidade. Estes dados podem ser justificados devido à maior precipitação observada durante os meses de Outono. Outra explicação é que, como referido anteriormente, os dias mais quentes e mais secos tornam a água também mais quente e consequentemente há uma maior evaporação que provocará um aumento da salinidade da água (Newton & Mudge, 2003).

Outra situação que se pode verificar na Tabela A2 é que nas médias dos valores da salinidade entre os diferentes pontos de amostragem, a Ria Formosa foi o ponto onde o valor foi sempre menor. Isto possivelmente acontece devido aos tanques, ao estarem

fechados, a concentração de sais aumenta ligeiramente em comparação com a ria que é um sistema aberto.

A salinidade é um parâmetro que tende a variar mais com as diferenças de maré e a longo prazo com as estações do ano, mas que não varia tanto com a altura do dia como a temperatura (Loureiro et al., 2006). Neste trabalho as amostragens na Ria Formosa foram maioritariamente feitas nas mesmas marés, entre meias marés e maré cheias, daí não ter havido uma grande variabilidade nos valores. Os restantes pontos de amostragem foram feitos nos tanques de terra, onde tirando o facto de ocorrer bombeamentos de água com alguma frequência, não existe uma constante mudança de marés como existe na ria.

pH

O pH do mar costuma rondar valores entre 7,5 e 8,5 e é influenciado por vários fatores como a temperatura, pressão atmosférica e atividades fotossintéticas dos microrganismos (Soares et al., 2012). No entanto, no oceano em geral, o pH tende a variar menos que nos estuários, onde pode acontecer descer até valores inferiores a sete (Clark et al., 2013). Durante os anos 1960's, quando o estuário do Tejo teve um dos maiores bancos de ostras da Europa, com *C. angulata*, o pH à superfície da água variava entre 5,75 e 7,85 com um valor médio de 7,22 (Vilela, 1975; Clark et al., 2013).

Num estudo sobre o crescimento de *C. gigas* na Ria Formosa, o pH variou entre 8,0 e 9,3 no viveiro de Marim e 8,1 e 9,2 no viveiro de Cacela, em que os valores médios foram de 8,3 e 8,4 respetivamente (Ferreira, 2003).

O pH registado neste trabalho teve um valor mínimo mais baixo do que os do estudo referido no parágrafo anterior, tendo o valor mínimo e máximo sido respetivamente 7,72 e 8,51, sendo as médias do pH durante o Outono, Inverno e Primavera entre 8,1 e 8,2. As amostragens feitas dentro do sistema do berçário têm em geral valores de pH mais altos que os valores medidos diretamente na ria, isto poderá ser devido a haver uma maior produção primária dentro do berçário, consequentemente uma maior remoção de dióxido de carbono da água, logo um pH mais alto. Outra possível justificação é o facto de o ponto de amostragem na ria neste trabalho ser uma zona de pouca circulação e renovação de água. A Ria Formosa tem zonas com taxas de renovação, evaporação, salinidades, temperaturas e atividades biológicas diferentes, por conseguinte

terá níveis de pH também diferentes. Contudo, os valores medidos neste trabalho foram de modo geral consistentes com o decorrer do tempo e entre os diferentes pontos de amostragem, com variações pouco relevantes.

De acordo com Clark et al. (2013), análises fisiológicas provaram que a temperatura tem mais influência nas ostras adultas do que o pH. E tendo em conta que a salinidade e o pH variaram pouco no decorrer das amostragens, o parâmetro físico-químico que será mais desenvolvido nesta discussão será a temperatura da água.

Quantidade de partículas presentes na água

O principal rio que desagua na Ria Formosa é o Gilão, que apesar de se situar próximo de Tavira, no Inverno em épocas de grande precipitação acaba por levar consigo grandes volumes de terra e influenciar várias zonas da ria na quantidade de partículas presentes na água (Bebianno, 1995). Outros fatores importantes são o desenvolvimento económico, as estações de tratamento de água, as indústrias agrícolas, que se situam na zona costeira e têm contribuído para um decréscimo da qualidade da água (Bebianno, 1995). Este aumento na concentração de nutrientes tende a induzir um crescimento de fitoplâncton e macroalgas, que conseqüentemente pode causar a eutrofização da água, diminuindo assim a luminosidade na coluna de água e por fim afetando os produtores primários bentónicos (Lloret et al., 2008).

A Ria Formosa e o Mar Menor, em Espanha, são comparáveis visto que se situam aproximadamente à mesma latitude e ambas apresentam valores baixos de precipitação. Embora o Mar Menor seja mais profundo e mais fechado, com algumas chuvas torrenciais principalmente no Outono e Inverno, na segunda lagoa foram colhidas amostras de água a 1 metro de profundidade, tratadas de forma a determinar a concentração de sólidos em suspensão (Lloret et al., 2008). Embora as amostras de água não tenham sido tratadas da mesma forma que as da Ria Formosa neste trabalho, ambos os trabalhos pretenderam estimar a quantidade de material suspenso presente nas amostras de água e as tendências podem ser comparadas. De acordo com as amostras em Mar Menor, as estações do ano em que a água teve uma maior concentração de material suspenso foram por ordem decrescente: Verão, Inverno, Outono e Primavera (Lloret et al., 2008). Tirando o Verão, a única estação em que não foram feitas amostragens na Ria Formosa neste trabalho, as restantes estações com maior concentração de partículas na água foram as mesmas que

no Mar Menor, que por ordem decrescente são: Inverno, Outono e Primavera (Tabela A6).

As épocas mais chuvosas tendem a gerar um escoamento de águas fluviais com matéria orgânica, minerais e nutrientes que desaguam nas águas costeiras (Meesukko et al., 2007). Igualmente, alguns estudos concluem que a maior concentração de nutrientes em estuários acontece em alturas de grandes níveis de precipitação, em que o escoamento da água desde regiões interiores até à costa transporta um conjunto de matéria suspensa, principalmente provenientes de áreas agrícolas (Sornin et al., 1990). As amostragens neste trabalho reforçam essa teoria, visto que de acordo com a Figura 3.1.2 as estações onde ocorre maior precipitação em Faro são o Outono e o Inverno e segundo a Tabela A6 as estações onde ocorreram um maior número de partículas nas amostras de água da Ria Formosa foram também o Outono e Inverno. Esta é uma conclusão tendo em conta apenas as três estações do ano em que decorreram as amostragens.

O fundo de um tanque é regularmente composto por uma comunidade de seres vivos que em geral inclui bactérias, protozoários, larvas de inseto, crustáceos, entre outros animais (Brunson et al., 1994). Nos tanques de terra do berçário onde decorreu este trabalho existia também algumas espécies de peixes que entravam quando as comportas estavam abertas. A presença de toda esta fauna contribui para um acréscimo na quantidade de nutrientes, para além dos já existentes na água da Ria Formosa. A disponibilidade de nutrientes na água é propício ao aparecimento de mais microalgas, que contribuem com a produção de oxigénio e servem de alimento para as ostras (Brunson et al., 1994). No entanto, grandes concentrações de nutrientes podem dar origem à eutrofização dos ecossistemas, resultando num aumento excessivo de microalgas, que vão competir por luz e nutrientes, provocando um decréscimo dos níveis de oxigénio, juntando com o facto de que de noite as microalgas continuam a consumir oxigénio mas não fazem a fotossíntese e assim toda esta sequência de eventos pode ser causadora de grandes taxas de mortalidade numa cultura de ostras (Sanseverino & Conduto, 2016).

A utilização dos dois tanques de terra no berçário, CN e CS, como já foi referido anteriormente, deve funcionar como um sistema que induz um crescimento de microalgas através dos nutrientes que neles estão disponíveis. No entanto, o número de partículas presentes nas amostras do circuito que esteve a ser usado foi muito próximo do número de partículas presentes nas amostras da ria nas três estações do ano em que decorreram as amostragens. Tendo em conta os valores da ria sem o outlier, a média total do circuito

usado foi de apenas aproximadamente menos cinco partículas que a da ria. Concluindo assim que a ideia de que os tanques de terra vão induzir uma concentração de fitoplâncton, que faz com que a água tenha uma maior quantidade de alimento disponível, possivelmente não se aplique no caso do berçário em questão.

Na saída o valor médio de partículas foi menor nas três estações do ano em comparação com os valores do circuito usado e da ria, o que era previsível, pois representa a quantidade de partículas que terão sido consumidas pelas ostras.

No circuito usado, durante o Outono houve uma média de mais dez partículas que no Inverno; na saída, durante o Inverno, as amostras apresentaram uma média de partículas maior que no Outono. A temperatura da água foi mais baixa no Inverno do que no Outono. Tendo em conta que o circuito usado apresentou mais partículas no Outono que no Inverno e que na saída sucedeu-se o contrário, juntamente com o facto de que no Inverno as temperaturas serem mais baixas, pode-se pressupor que o número de partículas no ponto de saída é maior no Inverno por possivelmente as baixas temperaturas causarem uma menor atividade filtradora por parte das ostras (Comeau et al., 2008).

A porção de partículas que foi considerada como não utilizáveis como alimento para as ostras é muito pequena, o que se pode verificar nas Figuras 3.3.4.1, 3.3.4.2 e 3.3.4.3 e pelas tabelas em anexo (Tabelas A4 a A6).

Peso individual vs taxa de crescimento específica do peso individual

É muito comum entre bivalves ocorrer grandes variações da taxa de crescimento, mesmo entre indivíduos com a mesma idade e sob as mesmas condições (Leitão et al., 2001). São vários os fatores associados às taxas de crescimento dos bivalves, incluindo a genética, os parâmetros ambientais e o condicionamento da população (Lannan, 1980; Gallager & Manw, 1986).

Sendo um dos objetivos deste trabalho analisar o crescimento de vários tipos de ostras juvenis em relação a diferentes condições, as Figuras 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 e 3.5.4 ajudam a compreender se existe uma relação entre a taxa de crescimento específica do peso individual com o aumento do peso individual. Por norma o crescimento das ostras tende a ser rápido nos primeiros seis meses e abranda durante o resto da sua vida (Carriker 1996; NOAA, 2007). Através das figuras já referidas pode-se verificar que existe alguns

declives na linha de tendência destes gráficos, mas que não é evidente nenhum aumento ou decréscimo considerável da taxa de crescimento ao longo do eixo do X. Com isto, pode-se deduzir que segundo os resultados deste trabalho, as ostras juvenis enquanto estão em fase de berçário e até atingirem 600 mg, não têm tendência para aumentar ou diminuir a taxa de crescimento específica do peso individual de uma forma linear quando aumentam o seu peso individual. No entanto pode-se constatar que entre os três tipos de ostras analisados, foram os lotes de *C. gigas* triploides que atingiram valores mais altos de taxa de crescimento específica do peso individual. Este registo vai de acordo com autores anteriores que afirmam que as ostras estéreis e triploides são mais sólidas e têm taxas de crescimento mais rápidas (Baker, 1996; NOAA, 2007).

De modo geral a maioria dos artigos que analisa as taxas de crescimento em bivalves, aponta as condições ambientais e os fatores genéticos como os maiores influenciadores. De acordo com alguns autores, entre os vários fatores que contribuem para a taxa de crescimento, a temperatura e a disponibilidade de alimento são considerados fatores determinantes (Gangnery & Chabirand, 2003; Góngora-gómez et al., 2017).

Taxa de crescimento específico do peso individual ponderado

Foi referido anteriormente que a variação da taxa de crescimento das ostras é condicionada principalmente pelos fatores ambientais e também genéticos, mas não tanto pelo aumento do seu peso. Pode-se verificar nos gráficos das Figuras 3.6.1, 3.6.2 e 3.6.3, que representam a taxa de crescimento específico do peso individual em função do tempo, que os pontos estão distribuídos de uma forma não linear, quase aleatória, não demonstrando uma evolução dos valores com o decorrer do tempo, reforçando assim a ideia de que terá sido mais as condições ambientais a influenciar esta taxa do que a idade das ostras ou o seu peso.

As três semanas em que os valores da taxa de crescimento do peso individual dos lotes diploides foram mais altos coincidem com valores também altos da parte dos lotes triploides, semana 52, 54 e 71. Esta coincidência de valores entre diferentes lotes de ostras poderá ter sucedido devido à influência dos parâmetros ambientais como a temperatura ou a disponibilidade de alimento.

Os lotes que obtiveram maiores valores na taxa de crescimento foram os triploides. O que comprova o que já foi referido por outros autores, que a utilização de bivalves triploides é preferível do que os diploides, devido ao seu crescimento mais rápido (Gagnaire et al., 2006). As ostras *C. angulata* obtiveram maiores taxas de crescimento que as ostras *C. gigas* diploides, no entanto também registaram uma taxa de mortalidade muito maior.

Relação entre a taxa de crescimento específico do peso individual e as condições ambientais

Taxa de crescimento específico do peso individual e temperatura

As Figuras 3.7.1.1, 3.7.1.2 e 3.7.1.3 representam a relação da temperatura com a taxa de crescimento e contribuem para reforçar a ideia de que a temperatura é um dos fatores que contribui mais para o crescimento das ostras, mas que também não é o único (Bacher & Baud, 1992).

Pode se concluir que através da análise dos gráficos referidos, é visível uma relação entre a temperatura e a taxa de crescimento em vários pontos. No entanto, o crescimento das ostras não está dependente apenas da temperatura, mas sim de todo um conjunto de outros fatores, como a quantidade de alimento, a densidade de indivíduos, o fluxo de água, entre outros, o que possivelmente justifica que esta relação não seja mais evidente e que até em alguns pontos funcione de uma forma antagónica (Bacher & Baud, 1992). Até porque, apesar de a temperatura ser um dos principais fatores contribuintes para o crescimento das ostras, temperaturas demasiado altas são prejudiciais aos bivalves, causando lhes stress, dificultando o crescimento e originando aumentos na mortalidade (Castillo-Durán et al., 2010).

Taxa de crescimento específico do peso individual, salinidade e pH

Como se pode confirmar através das Figuras 3.2.2.1 e 3.2.3.1 e pelas tabelas em anexo, A2 e A3, os valores da salinidade e do pH variaram muito pouco ao longo do tempo em que decorreram as amostragens. Já foi verificado por outros autores que as ostras do Pacífico têm tolerância a salinidades muito diferentes, mas que variações nos valores da salinidade e do pH podem ter influência na taxa de crescimento (Miossec et

al., 2009). No entanto, como a variação dos valores destes parâmetros no berçário onde decorreu a amostragem foram reduzidas, poderemos supor que estes parâmetros não terão influenciado expressivamente a taxa de crescimento específico do peso individual das ostras.

Taxa de crescimento específico do peso individual e nº de partículas

Verificou-se uma baixa relação entre a variação do número de partículas presentes no circuito que esteve a ser usado e a taxa de crescimento específico do peso individual, exceto para as ostras triploides, em que foi observada uma correlação positiva. Um aumento na concentração de partículas no circuito em utilização terá beneficiado o crescimento das ostras triploides. Quanto às diploides, outros fatores, juntamente com a disponibilidade de alimento, poderão ter afetado o seu desenvolvimento. Em relação à *C. angulata*, o período de observação foi demasiado curto não permitindo inferir qualquer relação entre o alimento disponível e o seu crescimento. Como no tanque de ostras, na zona de saída, embora a concentração de partículas fosse significativamente inferior à verificada no circuito e na Ria, havia sempre algumas partículas, o que poderá significar que não terá havido falta de alimento.

Taxa de mortalidade

Já se concluiu que nos resultados deste estudo parece não ter existido uma correlação da taxa de crescimento específico do peso individual com o avançar das semanas, mas sim com as condições ambientais. A taxa de mortalidade parece ter um comportamento diferente em função do tempo. Nos gráficos das Figuras 3.8.1, 3.8.2 e 3.8.3 pode-se verificar que existe em quase todos os lotes um padrão de aumento da taxa de mortalidade com o decorrer do tempo. No entanto, as condições ambientais como a temperatura devem ser também um dos grandes contribuintes para variações na taxa de mortalidade. Um estudo que também analisou as condições de crescimento de *C. gigas* juvenis, verificou uma mortalidade acumulada de 14% no Verão e 0% no Inverno e relacionaram esta diferença de valores ao facto de o Verão estar associado a temperaturas altas que causam stress aos indivíduos e proporciona maiores taxas de mortalidade (Castillo-Durán et al., 2010). Períodos longos com valores baixos da temperatura da água

também são causadores de aumentos da taxa de mortalidade (Laing, 1998), no entanto na Ria Formosa durante o tempo de amostragem não se registaram valores tão críticos.

Entre as ostras *C. gigas*, foram os lotes diploides que alcançaram valores mais altos da taxa de mortalidade. No entanto, os lotes de *C. angulata* superaram essa percentagem com um primeiro registo de aproximadamente 64% e terminando em 78%.

As diferenças nos resultados da taxa de mortalidade entre os diferentes lotes de ostra vão de acordo com outros autores. Estudos anteriores apresentam algumas diferenças entre a ostra do Pacífico e a ostra portuguesa. Nos anos 1950 França tinha uma grande indústria de cultivo de ostras *C. angulata* espalhadas por quase toda a costa atlântica mas que, por motivo de doença, praticamente desapareceu no ano de 1973 (Boudry et al., 1998). Depois desta crise começou-se a cultivar *C. gigas*, que hoje diz-se ter um crescimento mais rápido e ser menos suscetível a doenças (Boudry et al., 1998). Entre as ostras *C. gigas* diploides e triploides, as triploides são por vezes referidas por terem menores taxas de mortalidade, em parte devido ao fato de serem estéreis e não terem de investir energia na maturação sexual, normalmente durante a Primavera e o Verão e assim podem investir mais energia nos mecanismos de defesa (Gagnaire et al., 2006).

Relação entre a taxa de mortalidade e as condições ambientais

Verificou-se que a taxa de mortalidade de modo geral teve o seu grande aumento a partir da semana 60, quando também se verificou um aumento da temperatura. O que vem comprovar a ligação que existe entre aumentos de temperatura com aumentos na taxa de mortalidade nos bivalves, muito referido por vários autores. O mesmo aumento não se verifica de uma forma tão clara nos lotes triploides, a taxa de mortalidade não atinge valores tão altos como nos lotes diploides. Na relação entre a mortalidade e a temperatura nas ostras *C. angulata*, apenas coincidem dois pontos no gráfico e desta forma poucas conclusões se podem tirar. No entanto, nesta espécie a mortalidade atinge os valores mais altos e vão aumentando com o avançar das semanas. Isto vai de acordo com o que é referido sobre as diferenças da ostra do Pacífico e a ostra portuguesa e com a relação dos bivalves com aumentos da temperatura. A ostra portuguesa tende a atingir maiores taxas de mortalidade do que a ostras do Pacífico e os bivalves tendem a sofrer maiores taxas de mortalidade com o aumento de temperatura (Boudry et al., 1998;

Gagnaire et al., 2006). Os registos de temperatura vão só até à semana 70, no entanto quando mais próximo do Verão, as temperaturas tendem a ser mais altas.

É referido por vários autores que o stress causado pelas temperaturas altas causa um aumento da taxa de mortalidade entre bivalves, e isso pode-se verificar nos resultados observados (Castillo-Durán et al., 2010).

Assim como na relação da taxa de crescimento específico do peso individual, é difícil fazer uma análise da relação da taxa de mortalidade com os valores de salinidade e pH registados. Os valores de salinidade e pH variaram muito pouco, impedindo assim notar alguma relação entre estes e o comportamento das ostras ao longo do tempo. No entanto, nas ostras diploides observou-se uma correlação positiva significativa entre a salinidade e a taxa de mortalidade.

Taxa de mortalidade e nº de partículas

Já foi referido que um dos fatores a ter em maior atenção num cultivo de bivalves é a temperatura e a quantidade de alimento disponível. Logo, o número de partículas na água é um fator importante. No entanto, houve uma baixa relação entre a taxa de mortalidade e o número de partículas (Figuras 3.9.2.1, 3.9.2.2 e 3.9.2.3), que pode ser explicado possivelmente pelas mesmas razões da baixa relação entre a taxa de crescimento específico do peso individual e o número de partículas. Esta baixa relação pode ter sido devido ao número de partículas não ter variado o suficiente para ter um impacto na taxa de mortalidade ou as amostras de água colhidas não serem representativas para analisar a quantidade de alimento presente nos circuitos.

De acordo com um estudo anterior, a taxa de eficiência de retenção de partículas acima dos 4 e 5 µm por ostras *C. gigas* foi próximo dos 100% (Barille & Clerc, 2000). Outro artigo, demonstrou que uma ostra *C. gigas* num recipiente com 1300 ml de água, pode reter aproximadamente 600000 células de fitoplâncton > 2 µm por litro, em aproximadamente 30 minutos (Dupuy et al., 2000). Não sabendo o volume de água existente nos circuitos CN e CS, não se pode estimar qual seria a proporção de partículas existentes pelo número de ostras e questionar se a concentração de partículas é suficiente para sustentar a população de ostras. No entanto, estima-se que houve uma média de aproximadamente $34,5 \times 10^6$ partículas utilizáveis pelas ostras por litro nos circuitos

usados e $16,2 \times 10^6$ na saída, o que significa que a população de ostras no berçário em estudo não reteve quase metade da quantidade de partículas dos circuitos (Tabela A4 e A5). Tendo isto em conta, pode-se supor que houve alimento suficiente nos circuitos para suportar a população de ostras em cultivo e que a concentração de partículas não tenha tido uma influência relevante na taxa de mortalidade como teve a temperatura.

Considerando que uma das funções dos tanques, CN e CS, é de potenciar um aumento de alimento para as ostras através dos nutrientes neles presentes pela rotação dos tanques ao os vazarem e encher, esse aumento não se verificou neste estudo. O número de partículas utilizáveis pelas ostras presente nos circuitos foi próximo do número na Ria Formosa. Uma solução para o aumento de alimento, seria a introdução regular de nutrientes nos circuitos para potenciar um aumento de produção primária, como microalgas (Miossec et al., 2009). No entanto, o aumento da produção primária pode crescer de forma incontrolável e em demasia ao ponto de ser prejudicial para a cultura, causando altas taxas de mortalidade (Sanseverino & Conduto, 2016). Além de que, como foi referido no parágrafo anterior e segundo os resultados deste estudo, existe alimento suficiente nos circuitos para suportar a população de ostras no berçário. Contudo, numa suposta utilização da água diretamente da Ria Formosa para o berçário, não poderia haver o mesmo controlo da qualidade da água como com a existência de tanques reservatórios. Sendo assim, apesar dos circuitos não potenciarem sempre de forma garantida um aumento de alimento, são uma forma de ter reservas de água e alimento, onde se pode controlar a qualidade da água alternando entre os dois circuitos e prevenir possíveis aumentos na mortalidade das ostras.

Referências Bibliográficas

- Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104(3–4), 199–235.
- Bacher, C., & Baud, J.-P. (1992). Intensive rearing of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in an upwelling system: Optimization of biological production. *Aquatic Living Resources*, 5, 89–98.
- Barille, L., & Clerc, M. (2000). Pacific oyster *Crassostrea gigas* / feeding responses to a fish-farm effluent.
- Bebiano, M. J. (1995). Effects of pollutants in the Ria Formosa Lagoon, Portugal. *Science of The Total Environment*, 171(1–3), 107–115.
- Bell, A. (1994). The Retention of Picoplankton by the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, and Implications for Oyster Culture, 1994.
- Boudry, P., Heurtebise, S., Collet, B., Cornette, F., & Gérard, A. (1998). Differentiation between populations of the Portuguese oyster, *Crassostrea angulata* (Lamarck) and the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), revealed by mtDNA RFLP analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 226, 279–291.
- Brown, M., & McCausland, M. (2000). Increasing the growth of juvenile Pacific oysters *Crassostrea gigas* by supplementary feeding with microalgal and dried diets. *Aquaculture Research*, 31, 671–682.
- Brown, M. R., McCausland, M. A., & Kowalski, K. (1998). The nutritional value of four Australian microalgal strains fed to Pacific oyster *Crassostrea gigas* spat. *Aquaculture*, 165(3–4), 281–293.
- Brunson, M. W., Lutz, C. G., & Durborow, R. M. (1994). Algae Blooms in Commercial Fish Production Ponds. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC 466
- Castillo-Durán, A., Chávez-Villalba, J., Arreola-Lizárraga, A., & Barraza-Guardado, R. (2010). Crecimiento comparativo, condiciones y supervivencia de juveniles de los ostiones *Crassostrea gigas* y *C. corteziensis* cultivados en verano e invierno. *Ciencias Marinas*, 36, 29–39.
- Catalao Dionisio, L. P., Rheinheimer, G., & Borrego, J. J. (2000). Microbiological pollution of Ria Formosa (South of Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 40, 186–193.
- Clark, M. S., Thorne, M. A. S., Amaral, A., Vieira, F., Batista, F. M., Reis, J., & Power, D. M. (2013). Identification of molecular and physiological responses to chronic environmental challenge in an invasive species: The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *Ecology and Evolution*, 3, 3283–3297.
- Comeau, L. A., Pernet, F., Tremblay, R., Bates, S. S., & Leblanc, A. (2008). Comparison of eastern oyster *Crassostrea virginica* and blue mussel *Mytilus edulis* filtration rates at low temperatures, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2810.
- Davidson, R., & Arnaud-fassetta, G. (2006). The western lagoon marshes of the Ria Formosa (Southern Portugal): Sediment-vegetation dynamics , long-term to short-term changes and perspective, *Continental Shelf Research* 26, 363–384.

- Delaporte, M., Soudant, P., Lambert, C., Moal, J., Pouvreau, S., & Samain, J. F. (2006). Impact of food availability on energy storage and defense related hemocyte parameters of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* during an experimental reproductive cycle. *Aquaculture*, 254, 571–582.
- Dupuy, C., Vaquer, A., Lam-höai, T., Rougier, C., Mazouni, N., Lautier, J., Collos, Y., Gall, S. Le. (2000). Feeding rate of the oyster *Crassostrea gigas* in a natural planktonic community of the Mediterranean Thau Lagoon, *Mar Ecol Prog Ser* 205, 171–184.
- Duthie, I. (2012). Global Perspective of Bivalve Hatchery Processes A report for by Ian Duthie, (1017), Nuffield Australia Project No 1017, 59.
- Fabião, J. P. F., Rodrigues, M. F. G., Fortunato, A. B., Jacob, J. M. Q. de B., & Cravo, A. M. F. (2016). Water exchanges between a multi-inlet lagoon and the ocean: the role of forcing mechanisms. *Ocean Dynamics*, 66, 173–194.
- FAO (Food & Agriculture Organisation). (2012). The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Sofia.
- February, I. P., Decker, D., Normand, J., Saulnier, D., Pernet, F., Castagnet, S., Boudry, P. (2011). *Journal of Invertebrate Pathology*, Archimer, 106, 179–191.
- Federal, U., & Pernambuco, R. De. (2008). *Oreochromis niloticus*, Food and Agriculture Organization of the United Nations 3, 135–149.
- Ferreira, I. (2003). Crescimento e qualidade da ostra (*Crassostrea gigas*) em viveiros da Ria Formosa sujeitos a diferentes condições de cultura e situações ambientais, 73.
- Gagnaire, B., Soletchnik, P., Madec, P., Geairon, P., Le Moine, O., & Renault, T. (2006). Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: Difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters. *Aquaculture*, 254, 606–616.
- Gallager, S. M., & Manw, R. (1986). Growth and Survival of Larvae of *Mercenaria mercenaria* (L .) and *Crassostrea virginica* (Gmelin) Relative to Broodstock Conditioning and Lipid Content of Eggs, *Aquaculture* 56, 4–8.
- Gamito, S. (2006). Benthic ecology of semi-natural coastal lagoons, in the Ria Formosa (Southern Portugal), exposed to different water renewal regimes. *Hydrobiologia*, 555, 75–87.
- Gangnery, A., & Chabirand, J. (2003). Growth model of the Pacific oyster , *Crassostrea gigas* , cultured in Thau Lagoon, *Aquaculture* 215, 267–290.
- Gibbs, M. M. (1992). Nutrient and chlorophyll a variability at six stations associated with mussel farming in Pelorus Sound, 1984-85. *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research*, 26, 197–211.
- Gong, N., Yang, H., Zhang, G., Landau, B. J., & Guo, X. (2004). Chromosome inheritance in triploid Pacific oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. *Heredity*, 93, 408–415.
- Góngora-gómez, A. M., Aragón-noriega, E. A., Laura, A., & Villanueva-fonseca, B. P. (2017). Modeling the individual growth of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*

- cultivated in the Gulf of California using the von Bertalanffy model, *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 52, 181–185.
- Gormaz, J. G., Fry, J. P., Erazo, M., & Love, D. C. (2014). Public Health Perspectives on Aquaculture. *Current Environmental Health Reports*, 1, 227–238.
- Gouletquer, P., Soletchnik, P., Le Moine, O., Razet, D., Geairon, P., Faury, N., & Taillade, S. (1998). Summer mortality of the Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas* in the Bay of Marennes–Oléron (France). *Mariculture Committee CM 1998/CC, (Cc)*, 20.
- Guo, X. M., & Allen, S. K. (1994). Reproductive potential and genetics of triploid pacific oysters, *Crassostrea-gigas* (thunberg). *Biological Bulletin*, 187, 309–318.
- Guo, X. M., DeBrosse, G. A., & Allen, S. K. (1996). All-triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by mating tetraploids and diploids. *Aquaculture*, 142, 149–161.
- His, E., & Seaman, M. . N. L. (1992). (*Crassostrea gigas*). *Marine Biology*, 114, 277–279.
- Huvet, A., Normand, J., Fleury, E., Quillien, V., Fabioux, C., & Boudry, P. (2010). Archimer susceptibility to summer mortality, *Aquaculture* 304, 95–99.
- INAG IP. (2008). Manual Para a Avaliação Biológica Da Qualidade Da Água Em Sistemas Fluviais Segundo a Directiva Quadro Da Água Protocolo De Amostragem E Análise Para Os Macrófitos, Instituto da Água, I.P., 2–59.
- Laing, A. R. C. I. (1998). Comparative low temperature tolerance of small juvenile European, *Ostrea edulis* L., and Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture Research*, 29, 103–113.
- Leitão, A., Boudry, P., & Thiriou-Quévieux, C. (2001). Negative correlation between aneuploidy and growth in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: Ten years of evidence. *Aquaculture*, 193, 39–48.
- Syvret, M., Bayes, J., Utting, S., Sustainable production of native oyster spat for on-growing, Aquafish solutions limited
- Lloret, J., Marín, A., & Marín-Guirao, L. (2008). Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 403–412.
- Loureiro, S., Newton, A., & Icely, J. (2006). Boundary conditions for the European Water Framework Directive in the Ria Formosa lagoon, Portugal (physico-chemical and phytoplankton quality elements). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 382–398.
- Martins, F., Reis, M. P., Neves, R., Cravo, A. P., Brito, A., & Venâncio, A. (2004). Molluscan Shellfish Bacterial Contamination in Ria Formosa Coastal Lagoon: A Modelling Approach. *Journal of Coastal Research* SI SI, 39, 1551–1555.
- Meesukko, C., Gajasen, N., Peerapornpisal, Y., & Voinov, A. (2007). Relationships Between Seasonal Variation and Phytoplankton Dynamics in Kaeng Krachan Reservoir, Phetchaburi Province, Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 7, 131–143.

- Melo, E. M. C., Gomes, C. H. A. de M., da Silva, F. C., Sühnel, S., & de Melo, C. M. R. (2015). Métodos químico e físico de indução à triploidia em *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). *Boletim Do Instituto de Pesca*, 41, 889–898.
- Miossec, L., Le Deuff, R.-M., & Gouletquer, P. (2009). Alien Species Alert: *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). ICES Cooperative Research Report, 299, 42.
- Newton, A., Icely, J. D., Falcao, M., Nobre, A., Nunes, J. P., Ferreira, J. G., & Vale, C. (2003). Evaluation of eutrophication in the Ria Formosa coastal lagoon, Portugal. *Continental Shelf Research*, 23, 1945–1961.
- Newton, A., & Mudge, S. M. (2003). Temperature and salinity regimes in a shallow, mesotidal lagoon, the Ria Formosa, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 73–85.
- NOAA. (2007). Status review of the eastern oyster (*Crassostrea virginica*)., Report to the National Marine Fisheries Service, 105. Retrieved from
- Piló, D., Leitão, F., Ben-Hamadou, R., Range, P., Chícharo, M., & Chícharo, L. (2011). Macrobenthic response to sewage discharges in confined areas from coastal lagoons: Implication on the Ecological Quality Status. *Vie et Milieu*, 61, 107–118.
- Riisgdrd, H. U. (1988). Efficiency of particle retention and filtration rate in 6 species of Northeast American bivalves, *Marine Ecology - Progress Series* 45, 217–223.
- Robert, R., & Gérard, A. (1999). Bivalve hatchery technology: The current situation for the Pacific oyster *Crassostrea gigas* and the scallop *Pecten maximus* in France. *Aquatic Living Resources*, 12, 121–130.
- Rocha, I., & Ferreira, E. C. (2006). *E. coli*. Electronic Publishing, 26, 26–28.
- Sanseverino, I., & Conduto, D. (2016). Algal bloom and its economic impact, JRC Technical reports.
- Serpa, D., Jesus, D., Falcão, M., & Fonseca, L. C. Da. (2005). Relatórios Científicos e Técnicos. Iniap.
- Soares, F.; Almeida, C.; Cachola, R. (2012). Qualidade microbiológica dos bivalves da Ria Formosa - vinte anos de resultados. Relatórios Científicos E Técnicos, Serie Digital, 54, 1–47.
- Sornin, J. M., Collos, Y., Delmas, D., Feuillet-Girard, M., & Gouleau, D. (1990). Nitrogenous nutrient transfers in oyster ponds: role of sediment in deferred primary production. *Marine Ecology Progress Series*, 68, 15–22.
- Utting, S. D., & Spencer, B. E. (1991). The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. *Fisheries Research*, 68, Retrieved from
- Wehrmann, A., Herlyn, M., Bungenstock, F., Hertweck, G., & Millat, G. (2000). The distribution gap is closed — First record of naturally settled pacific oysters *Crassostrea gigas* in the East Frisian Wadden Sea, North Sea. *Senckenbergiana Maritima*, 30, 153–160.
- Wolfrath, B. (1992). Burrowing of the Fiddler-Crab *Uca-Tangeri* in the Ria Formosa in Portugal and Its Influence on Sediment Structure. *Marine Ecology Progress Series*, 85, 237–243.

Anexo

Tabela A1 Valores da temperatura da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

Temperatura						
Estação	Semana	CN	CS	SAI	RIA	Média
Outono	43	21,03	20,94	20,85	21,54	
Outono	44	20,33	20,22	20,17	19,63	
Outono	45	16,64	16,77	16,62	17,23	
Outono	46	17,71	17,74	17,68	17,75	
Outono	47	17,00	17,30	17,01	17,19	
Outono	48	12,87	12,89	12,91	15,18	
Outono	49	14,05	14,03	14,01	17,33	
Média		17,09	17,13	17,03	17,98	17,31
Inverno	57	13,16	13,28	13,26		
Inverno	58	16,27	14,89	14,85	15,55	
Inverno	59	13,44	14,55	14,45	15,82	
Inverno	60	11,74	11,53	11,52	9,65	
Inverno	61	13,47	13,39	13,45	14,80	
Inverno	62	13,45	17,31	13,29	11,59	
Inverno	63	13,07	12,70	12,95	13,93	
Inverno	64	17,27	17,23	17,18	14,73	
Média		13,98	14,36	13,87	13,72	13,99
Primavera	65	15,72	15,70	15,60		
Primavera	66	18,41	18,27	17,95	15,42	
Primavera	67	15,85	15,87	13,96	15,81	
Primavera	68	17,00	15,76	16,64	16,00	
Primavera	69	18,39	17,80	18,25	18,70	
Primavera	70	20,83	20,55	20,66	18,23	
Média		17,70	17,33	17,18	16,83	17,28

Tabela A2 Valores da salinidade da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

Salinidade						
Estação	Semana	CN	CS	SAI	RIA	Média
Outono	43	39,36	39,33	39,13	37,88	
Outono	44	35,92	38,77	38,81	38,18	
Outono	45	36,63	36,80	36,85	30,61	
Outono	46	37,07	37,24	37,24	37,39	
Outono	47	37,76	37,78	37,75	38,11	
Outono	48	38,43	38,49	38,52	38,83	
Outono	49	38,28	38,73	38,66	38,63	
Média		37,64	38,16	38,14	37,09	37,76
Inverno	57	38,72	38,71	38,69		
Inverno	58	38,99	38,83	38,82	38,85	
Inverno	59	38,76	39,01	39,02	38,71	
Inverno	60	40,25	39,38	39,36	36,48	
Inverno	61	39,70	39,68	39,66	38,70	
Inverno	62	39,82	39,85	39,82	36,87	
Inverno	63	40,14	38,77	40,08	38,64	
Inverno	64	40,10	39,59	39,60	38,25	
Média		39,56	39,23	39,38	38,07	39,09
Primavera	65	40,10	39,51	39,51		
Primavera	66	39,76	39,80	39,73	38,54	
Primavera	67	39,86	39,34	39,27	38,60	
Primavera	68	38,88	38,92	39,76	38,57	
Primavera	69	39,77	38,54	39,70	38,23	
Primavera	70	39,80	39,80	39,82	38,60	
Média		39,69	39,32	39,63	38,51	39,32

Tabela A3 Valores do pH da água nos vários pontos de amostragem CN, CS, SAI e RIA.

pH						
Estação	Semana	CN	CS	SAI	RIA	Média
Outono	43	7,95	8,08	8,07	8,08	
Outono	44	8,17	8,22	8,23	8,13	
Outono	45	8,15	8,17	8,17	8,01	
Outono	46	8,29	8,35	8,34	8,11	
Outono	47	8,37	8,39	8,36	8,12	
Outono	48	8,37	8,42	8,41	8,30	
Outono	49	8,30	8,41	8,43	8,16	
Média		8,23	8,29	8,29	8,13	8,23
Inverno	57	7,86	8,15	8,14		
Inverno	58	8,36	8,22	8,20	8,24	
Inverno	59	7,94	8,13	8,11	7,81	
Inverno	60	8,07	8,11	8,11	7,80	
Inverno	61	8,22	8,29	8,22	8,02	
Inverno	62	8,22	8,28	8,21	7,72	
Inverno	63	8,10	7,90	8,14	7,95	
Inverno	64	8,18	8,24	8,23	7,88	
Média		8,12	8,16	8,17	7,92	8,10
Primavera	65	8,37	8,32	8,32		
Primavera	66	8,51	8,36	8,47	7,93	
Primavera	67	8,09	8,17	8,14	8,00	
Primavera	68	8,01	8,04	7,95	7,97	
Primavera	69	8,06	8,11	8,08	8,21	
Primavera	70	8,05	8,02	8,04	8,00	
Média		8,18	8,17	8,17	8,02	8,14

Tabela A4 Número de partículas presentes nas amostras do circuito usado.

Circuito usado							
Estação	Semana	Data	Circuito	Tudo	Detrito	Pequenas	T-(D+P)
Outono	43	22.10.15	CS	34,00	0,67	4,00	29,33
Outono	44	27.10.15	CS	50,67	3,50	6,17	41,00
Outono	46	10.11.15	CN	74,33	2,67	8,83	62,83
Outono	46	10.11.15	CS	45,00	5,17	0,83	39,00
Outono	48	26.11.15	CS	24,67	1,50	2,00	21,17
Outono	49	1.12.15	CS	68,50	3,83	6,67	58,00
Média				49,53			41,89
Inverno	57	29.1.16	CS	54,50	3,67	1,00	49,83
Inverno	58	1.2.16	CS	50,83	7,67	1,17	42,00
Inverno	59	9.2.16	CS	21,50	3,00	0,50	18,00
Inverno	60	18.2.16	CS	27,67	4,33	0,33	23,00
Inverno	61	24.2.16	CN	23,17	7,00	0,50	15,67
Inverno	62	2.3.16	CN	101,33	7,33	3,50	90,50
Inverno	63	9.3.16	CN	29,17	2,83	2,00	24,33
Inverno	64	16.3.16	CS	8,67	0,17	2,67	5,83
Média				39,60			33,65
Primavera	65	25.3.16	CS	80,50	8,33	0,17	72,00
Primavera	66	30.3.16	CS	21,00	3,50	1,83	15,67
Primavera	67	6.4.16	CS	29,67	1,17	0,00	28,50
Primavera	68	11.4.16	CN	17,67	0,50	0,00	17,17
Primavera	69	18.4.16	CN	24,83	1,00	0,00	23,83
Primavera	70	27.4.16	CN	12,17	0,50	0,00	11,67
Média				30,97			28,14
Média total				39,99			34,47

Tabela A5 Número de partículas presentes nas amostras da saída.

Saída							
Estação	Semana	Data	Circuito	Tudo	Detrito	Pequenas	T-(D+P)
Outono	43	22.10.15	SAI	19,33	0,00	1,00	18,33
Outono	44	27.10.15	SAI	12,83	1,83	0,00	11,00
Outono	46	10.11.15	SAI	28,83	1,67	0,50	26,67
Outono	48	26.11.15	SAI	8,33	1,50	0,00	6,83
Outono	49	1.12.15	SAI	11,83	1,33	0,33	10,17
Média				16,23			14,60
Inverno	57	29.1.16	SAI	16,50	2,33	0,00	14,17
Inverno	58	1.2.16	SAI	17,50	2,83	0,83	13,83
Inverno	59	9.2.16	SAI	29,17	3,33	2,00	23,83
Inverno	60	18.2.16	SAI	10,00	1,17	0,50	8,33
Inverno	61	24.2.16	SAI	18,33	5,17	1,17	12,00
Inverno	62	2.3.16	SAI	91,17	4,83	9,00	77,33
Inverno	63	9.3.16	SAI	2,83	0,83	0,00	2,00
Inverno	64	16.3.16	SAI	12,67	3,00	0,17	9,50
Média				24,77			20,13
Primavera	65	25.3.16	SAI	17,83	0,00	0,33	17,50
Primavera	66	30.3.16	SAI	4,00	0,67	0,00	3,33
Primavera	67	6.4.16	SAI	12,50	0,00	0,67	11,83
Primavera	68	11.4.16	SAI	19,67	0,00	0,17	19,50
Primavera	69	18.4.16	SAI	11,33	0,00	0,83	10,50
Primavera	70	27.4.16	SAI	10,67	0,00	0,00	10,67
Média				12,67			12,22
Média total				18,70			16,18

Tabela A6 Número de partículas presentes nas amostras da ria.

Ria							
Estação	Semana	Data	Circuito	Tudo	Detrito	Pequenas	T-(D+P)
Outono	43	22.10.15	RIA	24,00	3,17	0,17	20,67
Outono	44	27.10.15	RIA	29,00	0,67	1,17	27,17
Outono	46	10.11.15	RIA	72,67	3,83	1,00	67,83
Média				41,89			38,56
Inverno	58	1.2.16	RIA	29,67	6,83	0,00	22,83
Inverno	59	9.2.16	RIA	1822,00			1822,00
Inverno	60	17.2.16	RIA	39,17	5,17	0,50	33,50
Inverno	61	24.2.16	RIA	43,83	17,67	0,83	25,33
Inverno	62	2.3.16	RIA	102,50	9,00	1,83	91,67
Inverno	63	11.3.16	RIA	77,50	11,33	5,33	60,83
Inverno	64	16.3.16	RIA	47,00	0,83	0,50	45,67
Média				308,81			300,26
Primavera	66	30.3.16	RIA	25,00	6,83	0,50	17,67
Primavera	67	6.4.16	RIA	38,83	1,50	1,17	36,17
Primavera	68	11.4.16	RIA	50,33	2,67	1,50	46,17
Primavera	69	18.4.16	RIA	20,00	1,17	0,00	18,83
Primavera	70	29.4.16	RIA	25,67	0,17	0,83	24,67
Média				31,97			28,70
Média total				163,14			157,40