

Sobrevivência e crescimento de percebes (*Pollicipes pollicipes*) em sistemas alternativos de cultivo



Maria Lopes Santos

2019

Sobrevivência e crescimento de percebes
(*Pollicipes pollicipes*) em sistemas alternativos
de cultivo

Maria Lopes Santos

Dissertação para obtenção de Mestre em Aquacultura

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Professora Doutora
Teresa Cruz e coorientação da Professora Doutora Ana Pombo

2019

Agradecimentos

Agradeço,

Em primeiro lugar, aos meus pais, à minha irmã, aos meus avós e ao meu avô Artur por todo o amor, apoio e motivação, que lutam constantemente para que eu seja feliz e siga os meus sonhos.

À Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e à Universidade de Évora, concretamente ao CIEMAR, por todo o apoio e conhecimento que me proporcionaram ao longo de todo este percurso.

À Teresa Cruz, que sempre se mostrou uma excelente profissional, com um conhecimento e paciência incansável, sempre pronta a ajudar em todos os processos, pela transmissão de conhecimentos e principalmente pela amizade.

À professora Ana Pombo por me ter orientado, por me ter dado o prazer de conhecer o CIEMAR e me ter colocado no melhor caminho possível.

A toda a equipa do CIEMAR, à Ana Torres, ao David Mateus, ao David Jacinto, à Teresa Silva, à Joana, à Inês, por toda a disponibilidade, toda a ajuda e por tudo o que me ensinaram ao longo deste período.

Ao Ricardo que tem o dom de enaltecer o melhor que há em mim, sem nunca duvidar das minhas capacidades, por todo o apoio, amizade e cumplicidade

À Ana, à Catarina, à Mariana, ao Bruno, à Ariana, à Inês, ao Adriano e a todos os meus amigos que mesmo estando longe me apoiaram e me fizeram sentir perto.

A todos, os que direta ou indiretamente, tornaram este trabalho possível, um muito obrigada.

Resumo

O percebe (*Pollicipes pollicipes*) é um crustáceo cirrípede de elevado interesse económico na península ibérica. Ao longo dos últimos anos têm sido desenvolvidos estudos com o objetivo de testar a viabilidade biológica da aquacultura de percebes.

No presente trabalho testou-se o efeito de um sistema alternado de cultivo, no qual os percebes alternam entre a jangada, a permanência em condições laboratoriais durante o período de maior incrustação por outras espécies (verão) e o retorno à jangada. Este estudo dividiu-se em duas experiências, tendo a primeira durado entre maio e setembro de 2019 (primavera/verão), e a segunda entre maio e dezembro de 2019 (primavera/verão/outono). Na primeira experiência, foi observado que a sobrevivência dos percebes mantidos na jangada era semelhante à de percebes que permaneceram na jangada e que foram depois cultivados em laboratório, o que indica que neste período, as condições de cultivo na jangada permaneceram favoráveis à sobrevivência desta espécie. Contudo, na segunda experiência foi observada uma mortalidade quase total dos percebes que foram mantidos na jangada, mas uma considerável sobrevivência (valor médio de 34%) nos percebes que alternaram entre o cultivo na jangada, o cultivo em laboratório entre julho a setembro, e novamente o cultivo em jangada. Sendo assim, os resultados do presente trabalho indicam que é biologicamente viável produzir percebes num sistema alternado de cultivo.

O segundo objetivo do trabalho incidiu no cultivo laboratorial do percebe e consistiu em testar o efeito das condições hidrodinâmicas (indivíduos mantidos com a bomba de fluxo sempre desligada, sempre ligada, ligada apenas durante o período de alimentação e desligada apenas durante o período de alimentação) e do regime alimentar (período de alimentação de 2h seguido de 2h em que os percebes estavam no exterior do aquário em condições de emersão, de modo a garantir que não continuavam a alimentar-se, período de alimentação de 2h em imersão, e período de 4h em imersão) na sobrevivência, tamanho, crescimento e no comportamento dos cirros dos percebes. A sobrevivência não foi afetada por estes fatores. Porém o crescimento e o número de batimento dos cirros antes da alimentação variaram entre tratamentos. O crescimento não parece ter uma relação linear com a duração do período de alimentação, pois não foram encontradas diferenças no crescimento em percebes sujeitos a um período de alimentação de 2h ou 4h, e é influenciado positivamente pelo hidrodinamismo, nomeadamente durante o período de alimentação, o que poderá indicar uma maior taxa de ingestão de alimento em condições mais hidrodinâmicas. Este maior crescimento também parece ser devido a um menor dispêndio de energia na atividade dos cirros que batem menos nestas condições.

Palavras-chave: *Pollicipes pollicipes*, condições laboratoriais, “*barticle*”, crescimento, sobrevivência, condições hidrodinâmicas, alimentação, aquacultura

Abstract

The stalked barnacle (*Pollicipes pollicipes*) is a cirripede crustacean of high economic interest. Studies have been developed to improve the aquaculture production.

In this study we tested the effect of an alternative system, the barnacles alternate between the platform and the laboratory, during the period of greater biofouling by other species (summer). This study was divided into two experiments, the first one took place between May and September 2019 (spring/summer period), and the second between May and December 2019 (spring / summer and autumn period). In the first experiment, the average survivability of barnacles was higher than previous studies, indicating that during this period, platform cultivation conditions remained favourable for survivability (mean value of 34%). However, in the second experiment there was an almost total mortality of the barnacles that were kept in the platform. However, the survival rate was better in the barnacles who interval the platform period with a lab period from July to September, when biofouling is most incident. Thus, the results demonstrate that it is biologically viable to produce barnacles in an alternating system (platform-laboratory conditions-platform).

The second objective was to test the effect of hydrodynamic conditions and duration of feeding period on survival, size, growth and cirrus behaviour of barnacles. Three diets were tested, the two-hour feeding period followed by the two-hour in which the barnacles were outside the aquarium to ensure that they did not continue to feed, the two-hour feeding period and the four-hour feeding period. It was concluded that there's no linear relationship between the growth and the feeding period and that the barnacles are satiated only with the two hours of feeding. Regarding the hydrodynamic conditions, the following treatments were tested: individuals kept with the flow pump always off; always on; switched on only during the power period; and only turned off during the power period. It was concluded that high turbulence contributes positively to growth since there is a higher energy allocation in growth due to lower energy expenditure in cirrus movement for respiration and, in addition, greater assimilation of food and higher intake in conditions of greater hydrodynamism.

Keywords: *Pollicipes pollicipes*, laboratorial conditions, "barticle", survivability, hydrodynamic conditions, feeding, aquaculture.

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Taxonomia, distribuição geográfica e abundância	1
1.2	Morfologia interna e externa de <i>P. pollicipes</i>	2
1.3	Ciclo de vida, recrutamento, crescimento e mortalidade	3
1.4	Comportamento alimentar e respiração – batimento dos cirros	7
1.5	Gestão, conservação e bio-economia da espécie.....	9
1.6	Potencial do percebe para a aquacultura	11
1.7	Objetivo	13
2.	Materiais e Métodos	13
2.1	Recolha dos percebes.....	13
2.2	Sistemas de Cultivo	15
2.3	Estudo 1. Sistema alternado de cultivo: os percebes alternam entre a jangada e o laboratório	17
2.4	Estudo 2. Efeito do regime alimentar e das condições de hidrodinamismo.....	20
3.	Resultados.....	23
4.	Discussão	40
5.	Conclusão.....	45
6.	Referências Bibliográficas.....	46

Índice de figuras

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DO GÉNERO POLLICIPES.....	1
FIGURA 2. A) MORFOLOGIA EXTERNA DE POLLICIPES POLLICIPES, COM A DIVISÃO EM PEDÚNCULO E CAPITULUM, COM IDENTIFICAÇÃO DAS DIFERENTES PLACAS CALCÁRIAS; B) MORFOLOGIA INTERNA DE P.POLLICIPES COM IDENTIFICAÇÃO DE ALGUNS ÓRGÃOS INTERNOS (ADAPTADO DE MOLARES, 1994 EM CRUZ ET AL.,2015).....	2
FIGURA 3. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO CICLO DE VIDA DE P. POLLICIPES, DESENHO DE TELMA COSTA; A: ESTADO LARVAR NAUPLIUS; B: ESTADO LARVAR CYPRIS; C: JUVENIL DE P.POLLICIPES; D: ADULTO DE P.POLLICIPES.....	4
FIGURA 4. VARIÁVEIS COMUNS DE UTILIZAR EM ESTUDOS DE CRESCIMENTO DA ESPÉCIE P. POLLICIPES, DISTÂNCIA MÁXIMA ROSTRUM-CARINA (RC) (LINHA VERDE), LARGURA MÁXIMA DO PEDÚNCULO (BC) (LINHA VERMELHA) E A ALTURA TOTAL (AT) (LINHA AZUL) (ADAPTADO DE PARADA ET AL., 2012)	6
FIGURA 5. LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DOS "BARTICLES" (1: CABO DE SINES) E DOS LOCAIS DE CULTIVO (2: AQUALAB, LABORATÓRIO DO CIEMAR, SINES; 3. JANGADA OU PLATAFORMA FLUTUANTE ARTIFICIAL, SITUADA NO LADO INTERNO DO MOLHE LESTE DO PORTO DE SINES).	14
FIGURA 6. IMPLANTAÇÃO DOS "BARTICLES".	14
FIGURA 7. ASPETO DA JANGADA, ONDE É POSSÍVEL VER O PASSADIÇO E O SISTEMA COM OS CABOS DE NYLON COM AS BÓIAS (ESQUERDA); PLACAS DE SUPORTE DOS "BARTICLES" DENTRO DE ESTRUTURAS METÁLICAS RODEADAS POR REDE PLÁSTICA EM CONDIÇÕES DE TOTAL IMERSÃO (DIREITA) (CRUZ ET AL., 2016).....	16
FIGURA 8. A. SISTEMA DE CULTIVO DO LABORATÓRIO DO CIEMAR (AQUALAB); B. AQUÁRIOS E SISTEMA DE CIRCULAÇÃO, COM BOMBAS DE FLUXO; C. SISTEMA GERAL DE FILTRAÇÃO, COM FILTRO MECÂNICO, BIOLÓGICO E ULTRA-VIOLETA; D. RESERVATÓRIO DE ÁGUA SALGADA, COM O SISTEMA DE FILTRAÇÃO E RADIAÇÃO UV; E. SISTEMA DE ECLOSÃO DA ARTÉMIA.	17
FIGURA 9. DESENHO EXPERIMENTAL DA PRIMEIRA (MAIO A SETEMBRO DE 2019) E SEGUNDA (MAIO A DEZEMBRO DE 2019) EXPERIÊNCIAS EM QUE OS "BARTICLES" APRESENTARAM ALTERNÂNCIA EM RELAÇÃO AO MEIO DE CULTIVO, ALTERNANDO ENTRE A JANGADA E O SISTEMA EM LABORATÓRIO (AQUALAB), TENDO OUTROS PERMANECIDO NO SEU HABITAT NATURAL (CABO DE SINES).	18
FIGURA 10. A. PLACA SCUTUM MARCADA, SETAS MOSTRAM AS VARIÁVEIS MEDIDAS (SC_I, COMPRIMENTO INICIAL DO SCUTUM; SC_F, COMPRIMENTO FINAL DO SCUTUM); B. JUVENIL DE P. POLLICIPES MARCADO COM CALCEÍNA.	19
FIGURA 11. DIAGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO MOVIMENTO DOS CIRROS NUMA ESCALA DE 3 TIPOS DE COMPORTAMENTO: TOTALMENTE ABERTO (1, VERDE), SEMI-ABERTO (0.5, AMARELO) E TOTALMENTE FECHADO (0, LARANJA).	22
FIGURA 12. NÚMERO INICIAL, FINAL E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE PERCEBES POR "BARTICLE" (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B) E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.....	24
FIGURA 13. NÚMERO INICIAL, FINAL E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE PERCEBES POR "BARTICLE" (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2017 E MANTIDOS NO CABO (CONTROLO) NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.	25
FIGURA 14. COMPRIMENTO MÁXIMO DE RC (MM) DE PERCEBES POR "BARTICLE" (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B) E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.....	26

FIGURA 15. ALTURA MÁXIMA (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B) E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.....	27
FIGURA 16. RELAÇÃO ENTRE RC/AT (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B), E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.....	28
FIGURA 17. INCREMENTO MENSAL DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLES” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B), E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A SETEMBRO.....	29
FIGURA 18. NÚMERO INICIAL, FINAL E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B), E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO.....	30
FIGURA 19. NÚMERO INICIAL, FINAL E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2017, E MANTIDOS NO CABO DE SINES (CONTROLO) NO PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO.....	30
FIGURA 20. INCREMENTO MENSAL DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), IMPLANTADOS EM 2016 (A) E 2017 (B), E TESTADOS NO PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO.	32
FIGURA 21. NÚMERO INICIAL, FINAL DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO) E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA, RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE LIGADA); N=6.....	33
FIGURA 22. COMPRIMENTO MÁXIMO DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE LIGADA); N=6.	34
FIGURA 23. ALTURA MÁXIMA (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE LIGADA); N=6.	35
FIGURA 24. RELAÇÃO RC MÉDIO E AT MÉDIO (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE LIGADA); N=6.....	36
FIGURA 25. INCREMENTO MENSAL DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE” (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE LIGADA); N=6.....	38
FIGURA 26. NÚMERO MÉDIO DE EXTENSÕES POR MINUTO DE PERCEBES VISÍVEIS POR "BARTICLE" (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), NO PERÍODO ANTERIOR À ALIMENTAÇÃO RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS	

(BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE DESLIGADA)	39
FIGURA 27. NÚMERO MÉDIO DE EXTENSÕES POR MINUTO DE PERCEBES VISÍVEIS POR "BARTICLE" (MÉDIA ± ERRO PADRÃO), NO PERÍODO ANTERIOR À ALIMENTAÇÃO RELATIVAMENTE AO FATOR REGIME ALIMENTAR (2F – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS E 2 HORAS NO EXTERIOR; 2C – ALIMENTAÇÃO 2 HORAS; 4C – ALIMENTAÇÃO 4 HORAS) E CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (BOMBA DE FLUXO SEMPRE DESLIGADA, LIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO, DESLIGADA SÓ NA ALIMENTAÇÃO E SEMPRE DESLIGADA).....	40

Índice de tabelas

TABELA I. TRATAMENTOS E RESPECTIVAS ABREVIATURAS UTILIZADAS PARA CADA UM DOS FATORES TESTADOS; REGIME ALIMENTAR E CONDIÇÕES DE HIDRODINAMISMO. AS CONDIÇÕES DE HIDRODINAMISMO SÃO REFERENTES ÀS CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA DE FLUXO.....	21
TABELA II. RESULTADO DA ANOVA E DOS TESTES SNK DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE PERCEBES POR “BARTICLE”, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=6. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS (TESTE DE COCHRAN’S: C=0.28; P>0.05). LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; Q.M. – QUADRADOS MÉDIOS.	33
TABELA III. RESULTADO DA ANOVA E DO TESTE SNK DA MÉDIA DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE”, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=6. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS (TESTE DE COCHRAN’S: C=0.194; P>0.05). LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; Q.M. – QUADRADOS MÉDIOS.....	34
TABELA IV. RESULTADO DA ANOVA E DO TESTE SNK DA MÉDIA DA ALTURA MÁXIMA (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE”, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=6. ANÁLISE EFETUADA COM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS/RAIZ QUADRADA (TESTE DE COCHRAN’S: C=0.223, P>0.05). LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; Q.M. – QUADRADOS MÉDIOS.....	36
TABELA V. RESULTADO DA ANOVA E DO TESTE SNK DA RELAÇÃO RC MÉDIO E AT MÉDIO (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE”, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=6. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS (TESTE DE COCHRAN’S: C=0.207; P>0.05). LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; Q.M. – QUADRADOS MÉDIOS.....	37
TABELA VI. RESULTADO DA ANOVA E DOS TESTES SNK DO INCREMENTO MENSAL DE RC (MM) DE PERCEBES POR “BARTICLE”, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=6. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS (TESTE DE COCHRAN’S: C=0.299). LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; Q.M. – QUADRADOS MÉDIOS.	38
TABELA VII. RESULTADOS DA ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÂNCIA COM PERMUTAÇÕES (PERMANOVA) E DOS PAIR WISE TESTS RELATIVAMENTE AO NÚMERO MÉDIO DE EXTENSÕES POR MINUTO DE PERCEBES VISÍVEIS NO PERÍODO ANTERIOR À ALIMENTAÇÃO, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=2. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS. LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; S.Q. – SOMA DE QUADRADOS; M.Q. – QUADRADOS MÉDIOS.	39
TABELA VIII. RESULTADOS DA ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÂNCIA COM PERMUTAÇÕES (PERMANOVA) E DOS PAIR WISE TESTS RELATIVAMENTE AO NÚMERO MÉDIO DE EXTENSÕES POR MINUTO DE PERCEBES VISÍVEIS DURANTE A ALIMENTAÇÃO, EM RELAÇÃO AOS FATORES: CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS (Hi); REGIME ALIMENTAR (RA); N=2. ANÁLISE EFETUADA SEM TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS. LEGENDA: G.L. - GRAUS DE LIBERDADE; S.Q. – SOMA DE QUADRADOS; M.Q. – QUADRADOS MÉDIOS.....	40

1. Introdução

1.1 Taxonomia, distribuição geográfica e abundância

Pollicipes pollicipes (Gmelin, 1790), vulgarmente designado por percebe é um crustáceo cirrípede pedunculado sésil, distribui-se ao longo da costa Atlântica, desde a Bretanha (França) até ao Senegal, sendo raro no Mediterrâneo (figura 1).

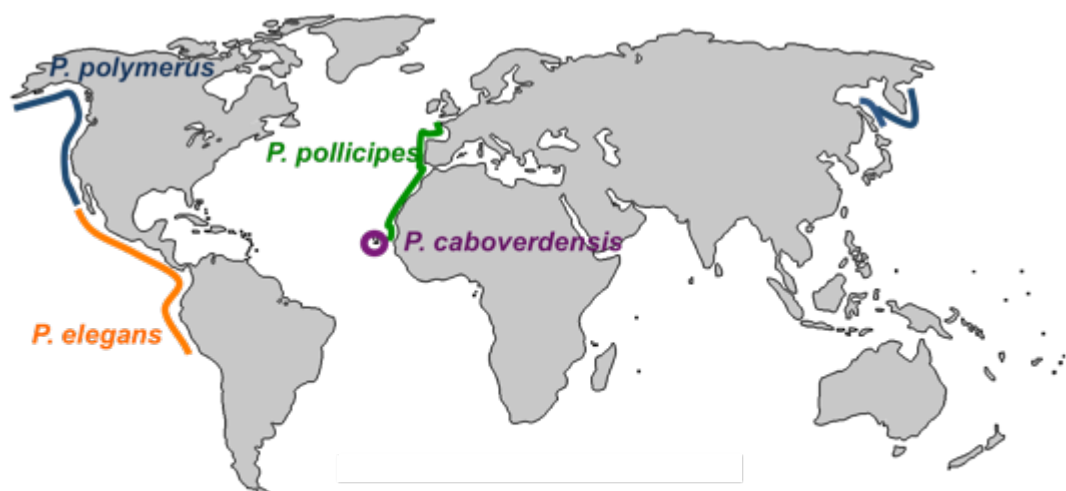


Figura 1. Distribuição das espécies do género *Pollicipes*.

Os percebes pertencem ao filo Crustacea, subfilo Maxillopoda, classe Thecostraca, subclasse Cirripedia, superordem Thoracica, ordem Pedunculata e superfamília Scalpelloidea (Anderson, 1994; Cruz, 2000). O género *Pollicipes* apresenta quatro espécies descritas: *Pollicipes pollicipes*, *Pollicipes polymerus* (encontra-se do sul do Alasca ao sul da Baixa Califórnia), *Pollicipes elegans* (da Baixa Califórnia ao Peru), e *Pollicipes caboverdensis* (em Cabo Verde) (figura 1) (Barnes, 1996; Fernandes *et al.*, 2010).

Pollicipes pollicipes distribui-se sobretudo na zona intertidal de substrato rochoso exposta a forte ondulação (Barnes, 1996). Os indivíduos desta espécie estão muitas vezes associados a paredes verticais, frestas e grutas, sujeitas a condições hidrodinâmicas elevadas (Barnes, 1996; Cruz, 2000;). Barnes, 1996 referiu a presença desta espécie em canais submarinos com elevado hidrodinamismo até aos 100m de profundidade. Está descrito por diversos autores que *P. pollicipes* pode atingir abundâncias mais elevadas em locais com elevado hidrodinamismo, sendo este, considerado um fator determinante na distribuição e abundância, pois estas zonas podem estar associadas a uma maior disponibilidade de alimento ou de oxigénio (Borja *et al.*, 2006; Cruz, 2000; Molares & Freire, 2003). No entanto, a abundância e a distribuição de organismos sésseis estão dependentes de fatores como fornecimento das larvas planctónicas, processos de fixação larvar, mortalidade precoce após o assentamento, competição, predação e condições

ambientais (Caffey, 1985; Connel, 1985; Fairweather, 1991; Grosberg, 1982; Mateus *et al.*, 2017; Minchinton & Scheibling, 1991; Underwood & Fairweather, 1989). Na zona intertidal, os percebes aparecem sobre a forma de aglomerados (“pinhas”) e compartilham o seu habitat com mexilhões, cracas, algas e outros organismos incrustantes, podendo potencialmente existir competição interespecífica e intraespecífica por espaço e alimento (Cruz, 2000; Macho, 2006).

1.2 Morfologia interna e externa de *P. pollicipes*

Em qualquer cirrípede pedunculado é possível distinguir duas partes bem diferenciadas, o *capitulum* e o pedúnculo. O *capitulum* é formado por uma série de placas calcárias que se dividem em principais e secundárias: as placas principais são a placa *carina*, um par de placas *scutum* e um par de placas *tergum*; e as placas secundárias que apresentam diferentes tamanhos e podem ser pares (ex.: lateral, *rostrolatus* e *carinolatus*) ou ímpares (ex.: *rostrum*, *subcarina* e *subrostrum*) (figura 2). O número de placas secundárias varia entre as espécies do género *Pollicipes*, bem como entre indivíduos da mesma espécie, e pode aumentar com a idade (Darwin, 1851).

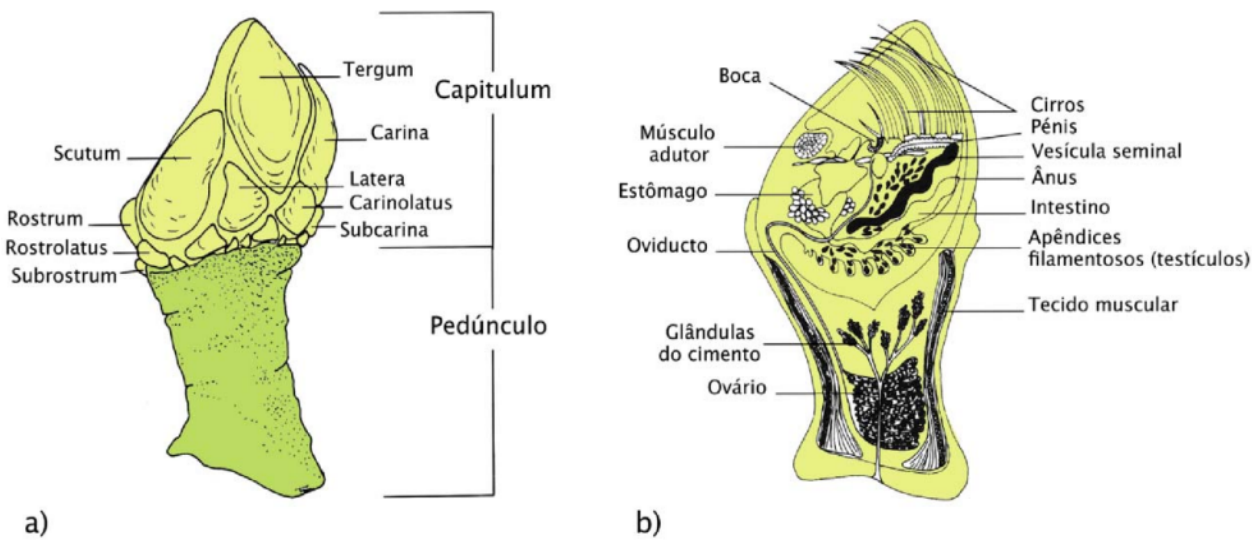


Figura 2. a) Morfologia externa de *Pollicipes pollicipes*, com a divisão em pedúnculo e *capitulum*, com identificação das diferentes placas calcárias; b) Morfologia interna de *P. pollicipes* com identificação de alguns órgãos internos (adaptado de Molaes, 1994 em Cruz *et al.*, 2015).

A cavidade interna do *capitulum* é denominada de cavidade do manto e encerra o prosoma (cone oral, esófago, estômago e primeiro apêndice torácico), tórax e abdómen vestigial (apêndices caudais, ânus e pênis) (Anderson, 1994). As estruturas que mais facilmente se distinguem são os cirros (apêndices torácicos); o cone oral constituído pela boca e pelos apêndices bucais; o tubo digestivo (esófago, estômago e intestino que abre

no ânus); uma vesícula seminal par; os apêndices filamentosos onde se encontram os testículos; os apêndices caudais; e o pênis (figura 2)(Cruz *et al.*, 2015).

No que diz respeito ao interior do pedúnculo, este é constituído por camadas de tecido muscular, pelas glândulas produtoras do cimento (ligadas por ductos à extremidade basal do pedúnculo) e pelo ovário (figura 2) (Barnes, 1996; Cruz *et al.*, 2015). No momento da fixação no substrato rochoso, a glândula do cimento secreta um cimento que solidifica, contribuindo para uma forte adesão do animal ao substrato.

Relativamente à circulação sanguínea, esta é mais complexa nos cirrípedes do que em outros crustáceos, pois estão envolvidas pressões elevadas de hemolinfa que mantém a turgidez dos cirrípedes pedunculados, providenciando suporte hidrostático, conseguindo substituir músculos nos mecanismos de abertura das valvas do *capitulum*, e de extensão do tórax, dos cirros e do pênis. O sistema respiratório não apresenta qualquer órgão especializado na respiração e, deste modo, as trocas gasosas são efetuadas através dos cirros, da superfície corporal e do revestimento da cavidade do manto, e podem também ocorrer através da parede do pedúnculo (Petersen *et al.*, 1974; Barnes, 1996).

1.3 Ciclo de vida, recrutamento, crescimento e mortalidade

Em *P. pollicipes*, a gametogénese nas fêmeas ocorre de março a setembro, sendo máxima em julho e agosto, o período de reabsorção da gónada ou de repouso é de outubro a dezembro (Cardoso & Yule, 1995). Estudos anteriores indicam que a gónada masculina, exibe máxima maturação no mês de março, e a partir daí, os espermatozoides são continuamente armazenados nas vesículas seminais, o que sugere que os indivíduos têm espermatozoides maduros durante todo o ano (Molares *et al.*, 1994). Sendo assim, a época reprodutiva está dependente do estado de desenvolvimento da gónada feminina (Molares *et al.*, 1994).

Ao longo da costa portuguesa, o período reprodutivo inicia-se em março/abril e prolonga-se até setembro, sendo o principal pico reprodutivo durante o verão (Cruz & Hawkins, 1998; Cruz & Araújo, 1999). Estudos sobre o período de recrutamento na costa sudoeste portuguesa referem que este é mais intenso entre julho e dezembro, com um máximo entre agosto e outubro (Cruz, 2000; Cruz *et al.*, 2010). Segundo Cruz (2000), o tamanho mínimo de maturação sexual masculina é de 10 mm de distância máxima entre as placas *rostrum* e *carina* (RC), e de 12,5 mm (RC) no caso da maturação sexual feminina.

As espécies da superordem *Thoracica* são, maioritariamente, hermafroditas, sendo no caso de *P. pollicipes* do tipo simultâneo com tendências protândricas (Cruz *et al.*,

2015), sendo a fecundação interna cruzada através de uma pseudo-cópula, onde um dos indivíduos atua como macho funcional e o outro como fêmea funcional (Anderson, 1994).

Quando ocorre a fecundação, o indivíduo que atua como macho funcional deposita os espermatozoides na cavidade do manto do indivíduo que atua como fêmea funcional, sob forma de uma massa gelatinosa, permanecendo inativos. No momento em que os ovócitos são envolvidos pela massa de espermatozoides, estes ativam e começam a fertilizar os óvulos (Anderson, 1994; Barnes & Barnes, 1977; Walley *et al.*, 1971). Os ovos fertilizados são incubados na cavidade do manto, onde ocorre o desenvolvimento embrionários até os ovos eclodirem sob forma de larva náuplios I.

No desenvolvimento larvar dos cirrípedes, as larvas passam por seis estados náuplios e um último estado *cypris* (Anderson, 1994) (figura 3). Nos estados náuplios, as larvas são planctónicas e planctotróficas (i.e., alimentam-se de outros organismos do plâncton), com exceção de náuplios I que não é planctotrófico, enquanto na fase *cypris*, estas são lecitotróficas (i.e., não se alimentam e usam as reservas de nutrientes presentes no vitelo) e têm como objetivo encontrar um substrato para o assentamento e posterior metamorfose em juvenil (Cruz *et al.*, 2015).

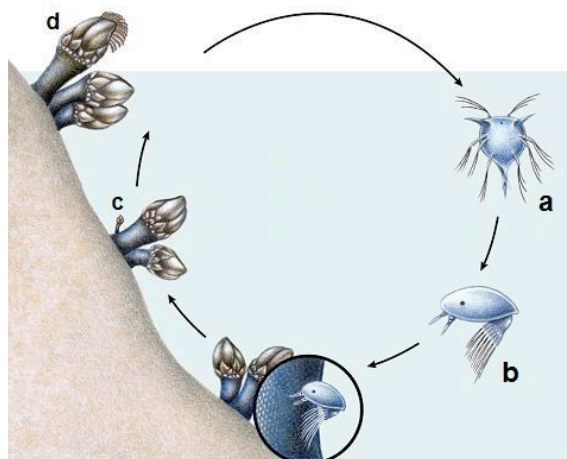


Figura 3. Esquema representativo do ciclo de vida de *P. pollicipes*, desenho de Telma Costa; a: estado larva náuplios; b: estado larvar *cypris*; c: juvenil de *P. pollicipes*; d: adulto de *P. pollicipes*.

No estado de náuplios VI a larva sofre uma metamorfose estrutural e funcional (Anderson, 1994) transformando-se em *cypris*, adquirindo uma forma fusiforme totalmente diferente das larvas náuplios. As larvas *cypris* exploram, selecionam e fixam-se a um substrato, dando origem a um juvenil após a metamorfose de pós-fixação (Anderson, 1994; Cruz *et al.*, 2015). O período de fixação das larvas é influenciado por diversos fatores, como correntes, ventos e afloramento costeiro (Pineda, 2000).

Segundo Pineda (1991), o transporte larvar é uma componente chave determinante da taxa de fixação das larvas a um substrato, em função de uma hierarquia de processos (a disponibilidade de larvas na coluna de água, os processos físicos do transporte de larvas, o comportamento hidrodinâmico e a disponibilidade do substrato para fixação), em que a quantidade de larvas disponíveis vai diminuindo à medida que estes processos vão decorrendo. Assim, o número de larvas que se fixam e atingem o estado adulto é muito menor do que as que eclodiram.

Relativamente à duração do desenvolvimento larvar até ao estado *cypris*, Molares *et al.* (1994) desenvolveram um estudo em laboratório e concluíram que quando sujeitos a uma temperatura de 20°C e alimentados com alga *Isochrysis*, este período tem a duração de, aproximadamente, um mês.

Segundo Barnes (1996), o crescimento de *Pollicipes spp.* tem início quando a larva *cypris* se fixa ao substrato e surgem cinco placas principais – a carina, as duas placas *scutum* e as duas placas *tergum*; sendo que inicialmente, estas placas são quitinosas, não contendo carbonato de cálcio. As placas secundárias só aparecem, quando já é visível depósitos calcários nas margens externas das placas principais, e surge, então, a primeira placa secundária, o *rostrum*; após o aparecimento desta placa, as seguintes placas secundárias surgem por ordem cronológica – latera superior, *carinolatus*, *rostrolatus* e as primeiras placas de uma linha inferior de placas laterais, restantes placas laterais desta linha inferior e *subcarina* (Barnes, 1996) (figura 4). Gradualmente, as outras placas secundárias são adicionadas a partir da zona de crescimento (zona estreita entre o *capitulum* e o pedúnculo (Chaffee & Lewis, 1988)), sendo as mais jovens as mais próximas desta zona. Todas as placas secundárias, e as escamas do pedúnculo, são logo estruturas calcárias (Anderson, 1994). As escamas do pedúnculo apenas aparecem após a placa *subcarina* estar desenvolvida, sendo as novas escamas produzidas na zona de crescimento (Chaffee & Lewis, 1988).

Sabe-se que o crescimento dos percebes, ocorre na zona entre o *capitulum* e o pedúnculo (Chaffee & Lewis, 1988) e, nas placas primárias do *capitulum* (*scutum*, *tergum* e *carina*) sendo o crescimento feito a partir da acreção das placas laminares (Anderson, 1994; Barnes, 1996; Chaffee & Lewis, 1988; Cruz, 2000; Jacinto *et al.*, 2015). Tanto o crescimento do pedúnculo, como a produção de novas escamas pedunculares é possível ao longo de toda a vida do animal. Os fatores que afetam o seu crescimento são o tempo de imersão, a disponibilidade de alimento, a luminosidade, a temperatura da água, a densidade populacional (Barnes, 1996) e de acordo com estudos feitos na costa sudoeste de Portugal, as taxas de crescimento também variam com o tamanho dos indivíduos e com a estação do ano (Cruz, 1993; Cruz, 2000; Jacinto *et al.*, 2015).

A variável mais utilizada em estudos de crescimento de *P. pollicipes* é a distância máxima medida entre as placas *rostrum* e *carina* (RC) (Cruz, 1993; Cruz *et al.*, 2010; Lewis,

1981; Phillips, 2005; Sestelo & Roca-Pardiñas, 2011) (figura 4). No entanto há outras variáveis também comuns, como a altura total (AT; Hoffman, 1984) e a largura da base do *capitulum* (BC; Parada *et al.*, 2012). Segundo Cruz (2000), indivíduos com RC inferior a 10 mm cresceram em média 0.47 mm RC por mês, no inverno, primavera e verão, enquanto indivíduos com RC superior a 10 mm cresceram 0.11 mm RC por mês no verão. Mas, para além deste fator, a taxa de crescimento, também varia com a idade dos indivíduos, ou seja, a taxa de crescimento é mais elevada durante o primeiro ano de vida, ocorrendo uma diminuição acentuada do crescimento após o primeiro ano (Cruz, 2000). Segundo a mesma autora, os organismos podem atingir um tamanho comercial adulto (≥ 20 mm RC) um ano após o assentamento, com um crescimento médio de 1.3 mm RC por mês (Cruz *et al.*, 2010).

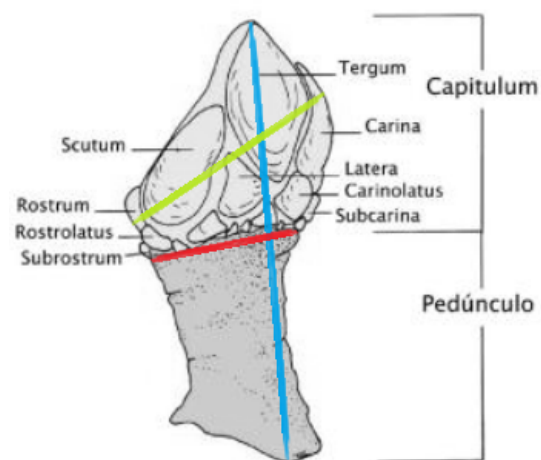


Figura 4. Variáveis comuns em estudos de crescimento da espécie *P. pollicipes*, distância máxima rostrum-carina (RC) (linha verde), largura máxima do pedúnculo (BC) (linha vermelha) e a altura total (AT) (linha azul) (adaptado de Parada *et al.*, 2012)

O uso de marcadores químicos como uma técnica de marcação dos indivíduos pode fornecer novos dados sobre as taxas de crescimento, uma vez que pode ser feita uma marcação individual a um grande número de indivíduos em simultâneo, de diferentes habitats, com idades variáveis, e com relativa facilidade e segurança (Jacinto *et al.*, 2015). A marcação química em percebes foi primeiramente descrita por Helms (2004), onde a marca fluorescente visível nas placas de carbonato do *capitulum* foi usada para distinguir antigos recrutas dos novos recrutas e também para estimar as taxas de crescimento em *P. polymerus*, medindo o incremento marginal das placas após o tratamento com calceína. A imersão de um organismo numa solução de calceína permite que este fluorocromio se ligue ao cálcio e se incorpore em estruturas calcificadas, deixando uma marca fluorescente que é visível sob microscopia de epifluorescência (Moran, 2000).

Jacinto *et al.* (2015), baseados no estudo realizado por Helms (2004), utilizaram a calceína como marcador químico para estimar a taxa de crescimento de *P. pollicipes* entre

diferentes níveis do intertidal e entre diferentes tamanhos de indivíduos. Este método de marcação apresentou uma taxa de sucesso de 94%, tanto em juvenis como em adultos, sendo que as marcas de calceína foram observadas com sucesso sob epifluorescência, particularmente em indivíduos de menores dimensões por um período de aproximadamente 2.5 meses. Para além disso, ainda referem que esta técnica é um bom método para o estudo do crescimento de percebes, uma vez que permite a marcação simultânea de um grande número de indivíduos de diferentes tamanhos, sendo o período de manipulação curto e o esforço físico para a sua realização muito menor do que comparado com outras técnicas de marcação usadas em estudos de crescimento (Jacinto *et al.*, 2015).

Por outro lado, a mortalidade natural em *Pollicipes sp.* tem sido muito pouco abordada (Barnes, 1999). Em estudos desenvolvidos por Page (1986), este observou uma elevada taxa de mortalidade na espécie *P. polymerus* devida à instabilidade do substrato rochoso, que tinha tendência para partir; predação, nomeadamente por gaivotas (Meese, 1993; Wooton, 1992), ou exercida por pequenos crustáceos, poliquetas e nemertíneos nas larvas *cypris* e juvenis desta espécie (Bernard, 1988; Hoffman, 1989). A mortalidade exercida pelo Homem também tem elevado impacto (ver seção 1.5).

1.4 Comportamento alimentar e respiração – batimento dos cirros

Poucos foram os estudos que incidiram no comportamento alimentar de *Pollicipes spp.*, com exceção de Norton (1996), Cribeiro (2007), e mais recentemente Franco (2014) e Torres (2018) que descreveram o comportamento e padrões de alimentação de *P. pollicipes*, bem como importantes características das condições de cultura desta espécie.

Como organismo filtrador, *P. pollicipes* é considerada uma espécie omnívora, cujo método de alimentação é considerado não seletivo, visto que o seu conteúdo estomacal reflete o material disponível na água circundante (Norton, 1996). O seu conteúdo estomacal é maioritariamente composto por detritos, diatomáceas e apêndices de artrópodes (Barnes *et al.*, 1959), mas para além disso, também foi observada a presença de larvas de cirrípedes em elevada quantidade no seu tubo digestivo (Norton, 1996). As principais diferenças estão associadas ao tamanho do percebe, sendo que indivíduos maiores conseguem capturar partículas de maior dimensão em comparação com indivíduos pequenos (Norton, 1996). Contudo, as taxas de alimentação dependem de muitos outros fatores, como por exemplo, da temperatura, do fluxo de água e da abundância do alimento (Barnes & Reese, 1959; Norton, 1996; Cribeiro, 2007).

Anderson & Southward (1987) mostraram a incapacidade dos cirrípedes se moverem para alcançarem o alimento, ficando estes dependentes das ondas e das correntes para se alimentarem. Norton (1996) evidenciou a importância que a atividade

dos cirros tem na alimentação e na respiração em cirrípedes balanifomes. Tanto Norton (1996), como Franco (2014) concluíram que uma das características importantes da morfologia dos cirros, visível em adultos e juvenis, é que estes conseguem variar o tipo de movimento de acordo com as condições do ambiente, ou seja, em condições de fluxo moderado a alto, os cirros permanecem maioritariamente em extensão completa, apenas com a introdução ocasional de pelo menos um cirro na boca de modo a transportar e ingerir os alimentos capturados. Por outro lado, em condições de fluxo nulo ou muito baixo, o movimento de extensão e retração, ou batimento dos cirros é predominante (Norton, 1996). Não existem evidências de que o batimento dos cirros seja apenas para alimentação, e tudo sugere que a atividade rítmica dos cirros também tenha uma função respiratória, sendo que o batimento, em condições de baixo fluxo, gera uma corrente que permite que as trocas gasosas ocorram sobre os cirros, prosoma e superfície do manto (Norton, 1996).

Outra variação do batimento dos cirros, visível também em estudos realizados com *P. polymerus* (Lewis, 1981), é que os juvenis apresentam maior taxa de batimento dos cirros do que os adultos, ou seja, quando os indivíduos atingem a fase adulta a taxa de batimentos cessa e passam a apresentar uma extensão completa dos cirros (Barnes & Reese, 1960; Cribeiro, 2007; Lewis, 1981; Norton, 1996). Outro aspeto comportamental observado é que indivíduos do meio natural se orientam de acordo com a exposição ao fluxo, para que, de algum modo, beneficiem do transporte de alimentos (Barnes & Reese, 1959; Barnes & Reese, 1960; Barnes, 1996; Lauzier, 1999). Tanto Cribeiro (2007), como Franco (2014) sugeriram que condições de fluxo elevado são essenciais para estimular a alimentação em cativeiro. Em condições laboratoriais, Torres (2018) observou um maior crescimento em percebes sujeitos a condições de fluxo elevado. Norton (1996) sugere que em condições hidrodinâmicas elevadas, a extensão dos cirros aumenta os gradientes de concentração de oxigénio ao redor dos cirros, tornando desnecessário o batimento dos cirros, e havendo menos gasto de energia para a respiração. Apesar de no estudo de Torres (2018) não ter sido observada a atividade dos cirros, se for assumida a relação descrita por Norton (1996), é sugerido em Torres (2018) que esta relação poderá explicar o facto de o crescimento ter sido inferior nos tratamentos com fluxo mais reduzido, na medida em que poderá ter havido uma maior alocação da energia para a respiração, sendo menor a canalizada para o crescimento.

Norton (1996) também observou que na presença de comida, a taxa de batimento dos cirros é menor do que na sua ausência. Tanto Cribeiro (2007) como Torres (2018) mostraram maior aceitabilidade de *P. pollicipes* para alimentos vivos, pois os alimentos inertes eram rejeitados mesmo após a captura. Para além disso, Norton (1996) desenvolveu um estudo em que os juvenis de *P. pollicipes* foram alimentados com náuplios de *Artémia spp.* e de *Rhinomonas reticulata*, *Skeletonema costatum* e *Brachionus plicatillis* e sugeriu que a taxa de alimentação era maior quando alimentados

com náuplios de *Artémia spp.*. Relativamente à quantidade de alimento, estudos iniciais efetuados por Norton (1996) sugeriram que a taxa de ingestão aumenta com o aumento da densidade alimentar, seguidamente Franco (2014) utilizou densidades mais baixas, de 7 náuplios.ml⁻¹ e mais recentemente Torres (2018) testou densidades ainda mais baixas (2 náuplios.ml⁻¹), que seria economicamente mais viável e verificou que não se observou diferenças no crescimento e na sobrevivência entre estas duas densidades, o que indica que ainda não foi alcançado o requisito mínimo de densidade de presas, continuando as taxas de filtração a ser independentes da densidade de presas.

Sabe-se que a temperatura da água afeta o metabolismo dos organismos, a alimentação, a respiração e, presumivelmente, o comportamento dos cirros. Norton (1996) avaliou a frequência de batimento a diferentes temperaturas e concluiu, que quanto maior a temperatura maior a taxa de batimentos, e que este facto poderia levar à redução de energia dedicada à alimentação, causando uma diminuição na taxa de captura ativa.

1.5 Gestão, conservação e bio-economia da espécie

De todas as espécies pertencentes ao género *Pollicipes*, *P. pollicipes* é a espécie mais explorada (Cruz, 2000), sendo que a sua utilização pelo homem data do período Neolítico, no norte de África (Barnes, 1996). Em relação a *P. elegans*, as informações são escassas, sabendo-se apenas que existe uma apanha localizada na Costa Rica (Bernard, 1988 in Cruz, 2000). A espécie norte-americana, *P. polymerus*, possui um valor comercial reduzido, sendo pouco consumida (Ellis & Swan, 1981 in Cruz, 2000), no entanto e apesar desta espécie não ser consumida tradicionalmente, a sua apanha comercial tem ocorrido no Canadá, com vista à sua posterior exportação, sobretudo para Espanha (Bernard, 1988). No caso de *P. caboverdensis*, esta é endémica das ilhas de Cabo Verde, o seu estatuto de conservação é ainda desconhecido, mas o facto de ser endémica destas ilhas, ser explorada economicamente sem estar sujeita a quaisquer medidas de gestão, torna-a numa espécie potencialmente em risco (Fernandes *et al.*, 2010).

A captura de percebes é uma atividade arriscada e o trabalho é realizado principalmente em baixa-mar, embora alguns percebeiros também apanhem os cirrípedes em apneia durante a preia-mar (Cruz, 2000). Nas últimas décadas, têm se assistido a um aumento da procura e do preço, sendo atualmente, uma atividade economicamente importante em Portugal e Espanha (Molares & Freire, 2003; Sousa *et al.*, 2013), onde é considerado uma iguaria (Lopez *et al.*, 2010). O pedúnculo de *P. pollicipes* com um rico perfil em ácidos gordos (Morris & Barnes, 1975), é normalmente consumido fresco ou cozido em água do mar. O valor comercial pode variar entre 20 e 200 euros por quilo em restaurantes (Sousa *et al.*, 2013).

Relativamente à conservação do recurso na costa portuguesa apresenta uma tendência geral negativa (Cruz *et al.*, 2015), sendo assim, é muito importante promover programas de conservação. Atualmente, a gestão da pesca de *P. pollicipes* pode ser dividida em sistemas de co-gestão em prática na Galiza (Molares e Freire, 2003) e nas Astúrias (Rivera *et al.*, 2014), e em sistemas centralizados pelo Estado ou região, como no País Basco (Borja *et al.*, 2006b) e em Portugal (Sousa *et al.*, 2013). Na Galiza e nas Astúrias, os pescadores e as autoridades regionais participam nos processos de gestão e recolha de dados (co-gestão) e existem dados oficiais e representativos sobre esta pescaria (Macho *et al.*, 2013; Molares & Freire, 2003; Rivera *et al.*, 2014). Ao contrário, em Portugal, a maior parte das capturas é vendida diretamente a intermediários ou ao consumidor final, não havendo, portanto, dados estatísticos sobre esta pesca e sobre a estimativa da pressão real sobre este recurso.

Em Portugal, têm sido implementadas medidas de conservação e regulamentação em várias regiões, que visam a gestão desta pesca, mas que são diferentes ao longo da costa e têm mudado frequentemente (Sousa *et al.*, 2013; Cruz *et al.*, 2015). Podem ser identificadas quatro regiões com regulamentações diferentes: o “Parque Marinho professor Luiz Saldanha” (PMLS), a “Reserva Natural das Berlengas” (RNB), o “Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina” (PNSACV), e o resto da costa, onde é aplicada uma regulamentação nacional (Sousa *et al.*, 2013). No PMLS, a captura de percebes é proibida desde 2005. Na RNB, a legislação atual apenas permite a captura profissional de percebes, incluindo restrições espaciais e temporais, um número limitado de licenças de apanha, limites no tamanho dos percebes e nas quantidades capturadas e a entrega de manifestos de captura (Jacinto *et al.*, 2010; Jacinto *et al.*, 2011). No PNSACV, é permitida a pesca profissional e recreativa, estando ambas sujeita a regulamentações, incluindo restrições espaciais e temporais, limites no tamanho dos percebes e nas quantidades capturadas (Sousa *et al.*, 2013). Na restante costa, foi implementada uma legislação geral para a exploração profissional e uma para a pesca desportiva, e ambas apresentam limites de tamanho dos percebes e de quantidades capturadas e restrições temporais (Cruz *et al.*, 2015).

Por outro lado, na Galiza foi implementado um sistema de co-gestão antes dos anos 90, que inverteu a sobre-exploração de *P. pollicipes* (Molares & Freire, 2003), na medida em que as associações de pesca e a administração das pescas partilham a gestão deste recurso com base nos direitos de uso territorial da pesca (TURFs) e em “Barefoot Fisheries Advisors” (BFAs) (Macho *et al.*, 2013; Molares & Freire, 2003). Os BFAs foram considerados um fator chave na gestão da pesca, ajudando a fornecer dados de boa qualidade e atuam como um elo essencial entre as diferentes partes interessadas (pescadores, gestores e cientistas) (Macho *et al.*, 2013). Estas boas práticas dos sistemas de co-gestão devem ser importadas e adaptadas para Portugal, onde duas regiões

poderiam atuar como regiões piloto, para testar essa mudança, o PNSACV e a RNB, uma vez que nestas regiões existe receptividade a esta mudança (Cruz *et al.*, 2015).

1.6 Potencial do percebe para a aquacultura

Inicialmente a produção em aquacultura era vista, por diferentes governos e mesmo pela FAO, como uma solução para produzir espécies com o objetivo de combater a fome em várias regiões do mundo. Mas, de modo a responder ao aumento da procura dos produtos de pesca, a produção em aquacultura tem vindo a intensificar-se. Atualmente, operadores desta indústria começam a apostar em espécies com um valor de mercado mais elevado (Beveridge & Little, 2002; FAO, 2016; DGRM, 2013). Um dos exemplos são as espécies da ordem Thoracica, como *P. pollicipes* que tem elevado interesse comercial, mas ainda não existe produção em aquacultura (López *et al.*, 2010).

Os primeiros avanços no cultivo de *P. pollicipes* foram descritos por Goldberg (1984), com a transferência de juvenis fixos a substratos rochosos da zona intertidal para estruturas flutuantes completamente submersas, na baía de Santander (Espanha). Apesar de ter obtido bons resultados relativamente ao crescimento dos indivíduos, comparativamente com o seu habitat natural, observou que o sistema era pouco viável, devido à perda de material com a força das correntes (Goldberg, 1984). Tendo em conta os resultados deste estudo, um sistema de imersão total em jangada pode ser favorável ao crescimento dos percebes, todavia o design do sistema de cultivo teria de ser aperfeiçoado. Por outro lado, ainda neste estudo verificou uma mortalidade exponencial dos indivíduos, coincidindo com um problema de incrustação, em que ocorreu a fixação de outros organismos (algas, cracas, mexilhões, entre outros) que competem por comida, por espaço e dificultam a circulação de água, que no caso das espécies filtradoras, como os cirrípedes afeta determinadamente a sua taxa de alimentação (Goldberg, 1985). Este modo de cultivo também implica um efeito negativo no habitat natural dos percebes pela necessidade de retirar pedaços de substrato rochoso com percebes do meio natural.

Mais recentemente, no projeto AQUAPOLLIS (“Viabilidade biológica e económica da aquacultura de percebe (*Pollicipes pollicipes*) em Portugal” (31-03-05-FEP-46), realizou-se um estudo da viabilidade biológica de um sistema de cultivo de percebe da espécie *P. pollicipes* constituído pelas seguintes fases: 1) colocação de substratos artificiais (“*barticles*”) no Cabo de Sines para fixação de larvas de percebe; 2) instalação de uma estrutura artificial de cultivo (jangada) no interior do Porto de Sines; 3) transferência dos “*barticles*” com percebes do Cabo de Sines para a jangada; 4) monitorização da fixação, sobrevivência, tamanho e crescimento de percebes em “*barticles*” transferidos para a jangada e que permaneceram no local de controlo - Cabo de Sines (Cruz *et al.*, 2016). Com base nos dados de sobrevivência e crescimento o nível intertidal médio foi considerado como o mais adequado para a colocação dos “*barticles*”, no meio natural e a colocação de placas protegidas por redes individuais como a melhor

opção para o crescimento dos percebes na jangada. A sobrevivência dos percebes transferidos foi alta, inicialmente, mas decresceu ao longo do tempo para zero, devido a *biofouling* intenso. Durante o inverno, o crescimento foi superior na jangada comparativamente com o Cabo de Sines. A sobrevivência e a taxa de crescimento dos percebes na jangada durante o inverno constituem resultados promissores, no entanto o *biofouling*, nomeadamente na primavera/verão, ainda teria de ser alvo de estudos (Fernandes, 2018). Este estudo foi pioneiro no desenvolvimento com sucesso de um método “*barticles*” que permite obter juvenis que podem ser transferidos para condições de cultivo (Cruz *et al.*, 2016).

Em resposta a estas problemáticas surgiu um outro projeto, AQUAPOLLIS+ (“Aquacultura do percebe (*Pollicipes pollicipes*)” (ALT20-03-0145-FEDER-000003)), no qual foram testados três sistemas de cultivo diferentes: 1) o sistema testado no projeto AQUAPOLLIS, onde os percebes crescem numa jangada de cultivo, mas com modificações no sentido de minimizar o impacto de organismos incrustantes; 2) um sistema permanente de cultivo em terra, em condições artificiais; 3) um sistema temporário de cultivo em terra, no qual os percebes alternam entre a jangada e o sistema em terra, no qual o presente estudo se baseia (Cruz *et al.*, 2017).

Neste projeto, Belela (2018) testou alguns métodos antivegetativos, apresentando melhores resultados relativamente à taxa de sobrevivência, a combinação do jato de água com o tratamento limpeza manual.

Por outro lado, Torres (2018), neste mesmo projeto, testou um novo substrato, o “*barticle*”, que permite transferir juvenis e adultos com idade máxima conhecida, do terreno para condições laboratoriais, mas, para além disso, também avaliou as condições ambientais ótimas de cultivo e o seu efeito no crescimento e sobrevivência dos percebes (Torres, 2018). Torres (2018) mostrou que as condições hidrodinâmicas, o tipo de alimento e a frequência de alimentação apresentam efeitos no incremento mensal de RC em *P. pollicipes*, mostrando que esta variável assume valores mais elevados quando existe elevada turbulência e quando os organismos são alimentados diariamente com 2 náuplios.ml⁻¹. No entanto, em relação ao efeito do hidrodinamismo, no estudo de Torres (2018), foram testadas três condições hidrodinâmicas (fluxo baixo permanente, fluxo médio que correspondia a fluxo elevado apenas durante o período de alimentação, e fluxo elevado permanente), sendo que as diferenças encontradas no tamanho e crescimento dos percebes entre as condições de fluxo baixo e médio e as de fluxo elevado podem ter sido confundidas por uma continuação da atividade alimentar nas condições de fluxo elevado para além do período estabelecido de alimentação.

1.7 Objetivo

Como resposta ao elevado valor comercial do percebe e à sua elevada procura, têm surgido estudos que abordam questões como a viabilidade biológica da produção desta espécie em aquacultura. Estudos anteriores demonstram que é inviável a produção de *P. pollicipes* em jangada devido à observação de uma mortalidade total dos percebes causada pela incrustação de outras espécies, nomeadamente por cracas e mexilhões no período primavera/verão (Fernandes, 2018). Assim, o primeiro objetivo deste trabalho é testar um sistema alternativo de cultivo durante um ano após a transferência dos juvenis do seu habitat natural para a jangada, no qual os percebes alternam entre a jangada, a permanência em condições laboratoriais durante o período de maior incrustação por outras espécies (verão) e o retorno à jangada, e testar se a sobrevivência, o tamanho e o crescimento dos percebes assim cultivados é maior do que no sistema de cultivo permanente na jangada.

Para além disso, com base nos resultados do estudo de Torres (2018), o segundo objetivo do trabalho consistiu em testar como as condições hidrodinâmicas e a duração do período de alimentação influenciam a sobrevivência, o tamanho, o crescimento e o comportamento dos cirros dos percebes.

2. Materiais e Métodos

2.1 Recolha dos percebes

O Cabo de Sines (37° 57'53"N, 8° 52'56"W) está sujeito a um elevado hidrodinamismo, por estar muito exposto à ondulação dominante de NW e neste local, a espécie *P. pollicipes* é muito abundante e têm sido feitos vários estudos sobre percebes neste local (Cruz *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2013) (figura 5).



Figura 5. Localização do local de implantação dos "barticles" (1: Cabo de Sines) e dos locais de cultivo (2: Aqualab, laboratório do CIEMAR, Sines; 3. Jangada ou plataforma flutuante artificial, situada no lado interno do molhe leste do porto de Sines).

Foram colocados substratos artificiais, "barticles" no nível médio intertidal de um local do cabo de Sines, no início do verão de 2016, de 2017 e de 2018 (Figura 6). A colocação dos "barticles" neste período do ano está relacionado com o facto de o verão ser um período muito importante para a fixação das larvas *cypris* (Cruz *et al.*, 2010). Estes substratos foram mantidos no campo durante um tempo variável e consoante os estudos (ver à frente) foram depois recolhidos e transportados para o laboratório.

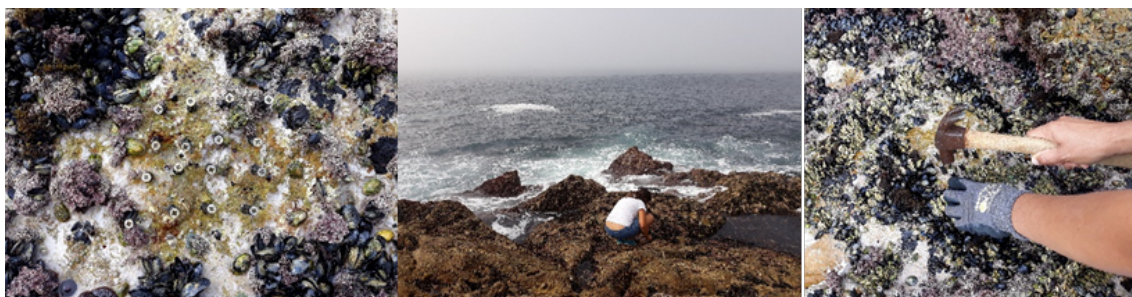


Figura 6. Implantação dos "barticles".

No laboratório, através de observação individual dos "barticles" à lupa binocular, foi feita a contagem dos percebes, bem como a medição da distância máxima entre as placas *rostrum* e *carina* (RC) (Cruz, 1993) do percebe de maior dimensão contido em cada "barticle". A última variável não foi analisada estatisticamente, tendo sido medida apenas para permitir detetar eventuais erros na identificação dos "barticles" usados em cada um dos tratamentos experimentais. Outro aspeto a considerar, é que a medição destas duas

variáveis foi feita com o mínimo de manipulação possível dos percebes fixos, de forma a minimizar a perda/dano de indivíduos.

Adicionalmente, no início de cada estudo, os “*barticles*” foram submersos, durante cerca de 22 horas, numa solução com um marcador químico, a calceína, segundo o procedimento descrito em Jacinto *et al.* (2015), com vista ao estudo do crescimento dos percebes.

O primeiro estudo teve início a 2 de maio de 2018 e terminou a 26 de dezembro de 2018, tendo no total sido recolhidos 183 “*barticles*” (32 de 2016 e 151 de 2017) os quais apresentavam inicialmente uma média (\pm erro padrão) de 13.1 ± 3.17 percebes (plantados em 2016) e de 4.65 ± 0.42 percebes (plantados em 2017). Por outro lado, o segundo estudo teve início a 25 de outubro de 2018 e terminou a 18 de dezembro de 2018, para a qual se recolheu um total de 154 “*barticles*” plantados durante o verão de 2018, os quais apresentavam inicialmente uma média (\pm erro padrão) de 11.6 ± 0.76 percebes.

2.2 Sistemas de Cultivo

Após o processamento dos “*barticles*” em laboratório, estes foram martelados em placas de PVC (largura de 20 cm, comprimento de 42 cm e espessura de 1 cm), previamente identificadas, as quais foram transportadas para a área de cultivo, dependente de cada estudo.

No primeiro estudo, as placas foram mantidas num sistema de cultivo alternado, no qual os percebes alternaram entre duas áreas de estudo: o laboratório denominado de Aqualab (CIEMAR, Sines) ($37^{\circ} 57'13.9''N$, $8^{\circ} 51'55.4''W$) (figura 5) e a jangada que é uma plataforma flutuante artificial, situada no lado interno do molhe leste do porto de Sines ($37^{\circ} 56'19.7''N$, $8^{\circ} 51'52.0''W$) (figuras 5 e 7). No caso do segundo estudo, as placas foram mantidas em cultivo apenas no laboratório (figuras 5 e 8).

A jangada ou a plataforma flutuante artificial tem dimensões aproximadas de 12.5 x 6m, consiste em duas áreas (5x5m) delimitadas (piscinas), separadas entre si por um passadiço com 1m de largura. Em cada uma das piscinas, à superfície foi montado um sistema de linhas composto por 6 cabos de nylon paralelos, aos quais eram fixas umas jaulas que são estruturas metálicas em forma de paralelepípedo rodeada por uma rede plástica onde foi colocada uma placa em cada estrutura, tendo as placas ficado em condições de cultivo de total imersão. Em cada linha, foram colocadas boias de superfície, de forma a permitir a colocação das estruturas (figura 7).

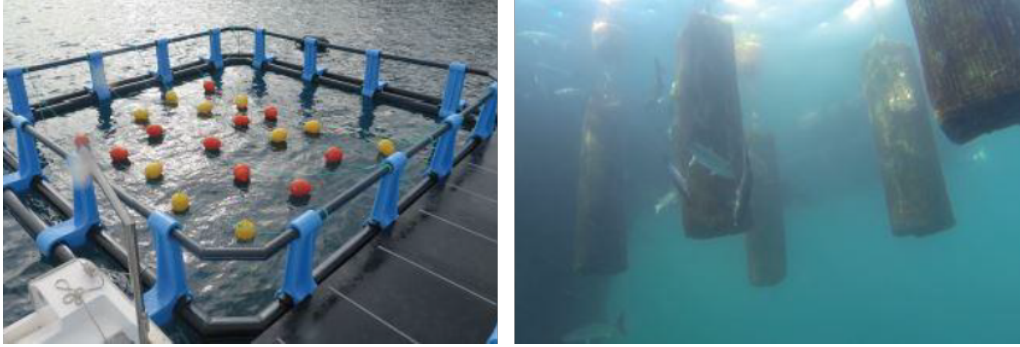


Figura 7. Aspeto da jangada, onde é possível ver o passadiço e o sistema com os cabos de nylon com as bóias (esquerda); Placas de suporte dos “barticles” dentro de estruturas metálicas rodeadas por rede plástica em condições de total imersão (direita) (Cruz *et al.*, 2016).

O laboratório (Aqualab) é composto por quatro sistemas de recirculação (RAS), e cada sistema consiste em três aquários de 35 L e um filtro com aproximadamente 117 L. Todos os aquários estão equipados com pedra de arejamento e bomba de fluxo (Sun Sun Jvp-202 12000 L.h⁻¹), no caso dos filtros, estes estão equipados com refrigerador (Fernando Ribeiro, Lda), filtração mecânica (filtros de lã e esponja), filtração biológica (bio-bolas), escumador (Bubble Magus G7) e luz ultra-violeta (figura 8). A qualidade da água foi monitorizada diariamente através do registo da temperatura (~17.0°C), salinidade (~37.0), oxigénio (~90%), pH (~8.0), através da utilização do sensor multiparamétrico portátil (WTW Multi 3320). Para além disso, também foi analisada a concentração de amónia e de nitritos de cada sistema, utilizando o método fotométrico API diariamente e Hanna HI 3826 e 3873 (Hanna Instruments Inc.) semanalmente. Os indivíduos foram sujeitos a um fotoperíodo de 8:16 L/D. Em cada aquário, foi colocada uma placa com “barticles”. Para que todos os “barticles” estivessem sujeitos ao mesmo grau de hidrodinamismo, as placas sofreram uma rotação e inversão diárias.

No que diz respeito à alimentação foram introduzidos, diariamente, 2 náuplios.ml⁻¹ de *Artémia* “*Micro Artemia cysts*” da empresa *Ocean Nutrition*. Esta densidade está de acordo com o estudo desenvolvido por Torres (2018) em que 2 náuplios.ml⁻¹ de *Artémia* foi a densidade mais baixa utilizada. Sendo assim, todos os dias foram colocados cistos de *Artémia* a eclodir a uma temperatura de 25°C. As instalações estão providas de um reservatório de água salgada, utilizada na eclosão da *Artémia* e na reposição de água nos sistemas. A água, antes de ser utilizada no Aqualab, é previamente filtrada (filtros de 5, 10 e 20 micras) e esterilizada com luz UV (figura 8).

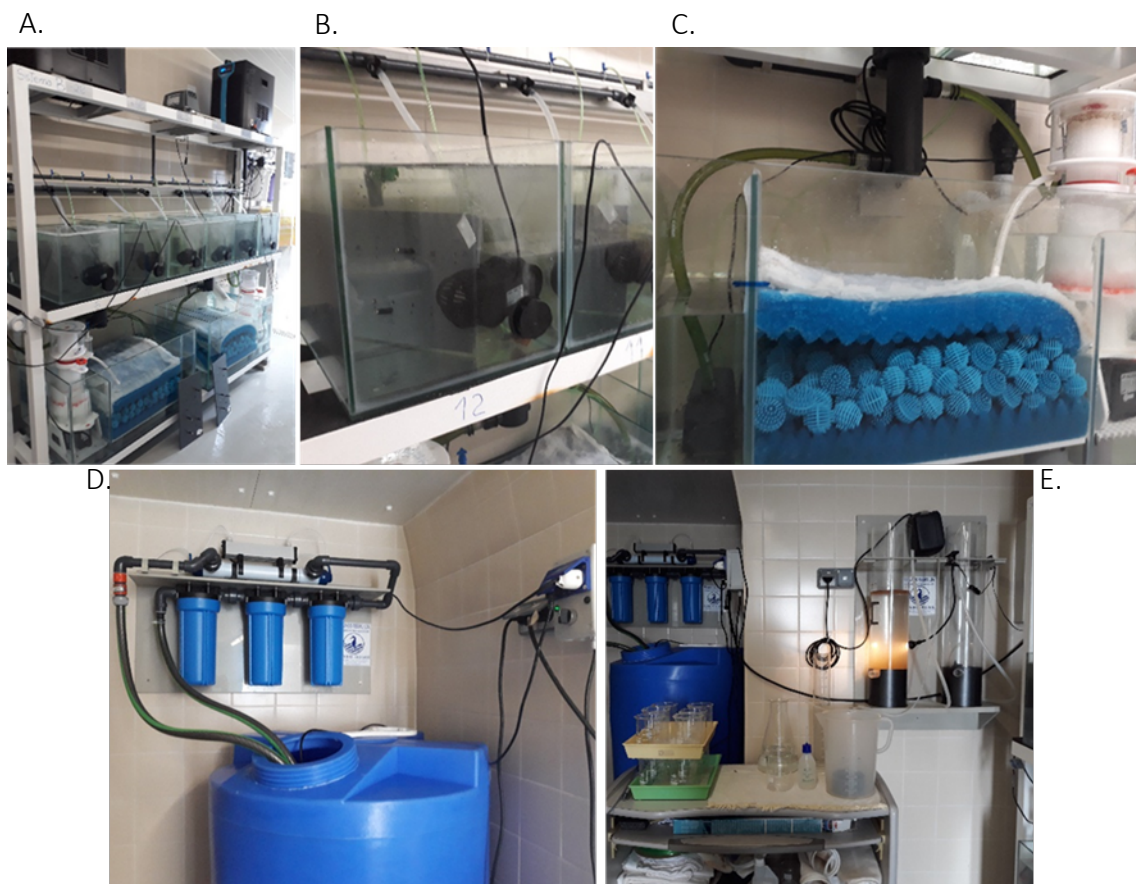


Figura 8. A. Sistema de cultivo do laboratório do CIEMAR (aqualab); B. Aquários e sistema de circulação, com bombas de fluxo; C. Sistema geral de filtração, com filtro mecânico, biológico e ultra-violeta; D. Reservatório de água salgada, com o sistema de filtração e radiação UV; E. Sistema de eclosão da *Artémia*.

2.3 Estudo 1. Sistema alternado de cultivo: os percebes alternam entre a jangada e o laboratório

Nesta experiência foi estudado o sistema alternado de cultivo, no qual os percebes alternam entre a jangada e o sistema em laboratório, e qual o seu efeito no crescimento, tamanho e mortalidade dos percebes. Estudos anteriores na jangada demonstraram elevadas taxas de mortalidade durante os meses de verão, devido à fixação de organismos incrustantes, nomeadamente de mexilhões, às placas e estruturas de suporte onde estavam colocados os percebes (Belela, 2018; Fernandes, 2018). Sendo assim, uma das possíveis soluções foi tirar os indivíduos da jangada durante o período mais intenso de *biofouling* e colocá-los no laboratório, onde todas as condições são controladas. Foram consideradas duas experiências, cujo delineamento experimental está esquematizado na figura 9, tendo a primeira durado entre maio e setembro de 2019, e a segunda entre maio e dezembro de 2019. Em ambas experiências, foram considerados “*barticles*” que tinham sido implantados no terreno no verão de 2016 e no verão de 2017. Na primeira experiência, foram considerados os quatro tratamentos seguintes: percebes fixos em “*barticles*” que permaneceram no Cabo de Sines durante toda a experiência

(percebes controlo, cabo-cabo); percebes fixos em “*barticles*” que permaneceram no Cabo de Sines entre maio e julho de 2019, tendo sido transferidos para o Aqualab em julho e aí permanecido até ao final de setembro (cabo-aqualab); percebes fixos em “*barticles*” que foram transferidos para a jangada em maio de 2019 e foram transferidos para o Aqualab em julho e aí permanecido até ao final de setembro (jangada-aqualab); e percebes fixos em “*barticles*” que foram transferidos para a jangada de cultivo em maio de 2019 e aí permanecido até final de setembro (jangada-jangada). Na segunda experiência, foram considerados os três tratamentos seguintes: percebes fixos em “*barticles*” que permaneceram no Cabo de Sines durante toda a experiência (percebes controlo, cabo-cabo-cabo); percebes fixos em “*barticles*” que foram transferidos para a jangada em maio de 2019 e foram transferidos para o Aqualab em julho e aí permanecido até ao final de setembro, tendo depois sido transferidos para a jangada onde permaneceram até dezembro (jangada-aqualab-jangada); e percebes fixos em “*barticles*” que foram transferidos para a jangada de cultivo em maio de 2019 e aí permanecido até final de dezembro (jangada-jangada-jangada).

		maio	julho	setembro	dezembro
Plantação de “ <i>barticles</i> ” no cabo de Sines (em 2016 e 2017)	Experiência 1	cabo_cabo			
		cabo	aqualab		
		jangada	aqualab		
		jangada_jangada			
	Experiência 2	cabo_cabo_cabo			
		jangada	aqualab	jangada	
		jangada_jangada_jangada			

Figura 9. Desenho experimental da primeira (maio a setembro de 2019) e segunda (maio a dezembro de 2019) experiências em que os “*barticles*” apresentaram alternância em relação ao meio de cultivo, alternando entre a jangada e o sistema em laboratório (Aqualab), tendo outros permanecido no seu habitat natural (Cabo de Sines).

2.3.1 Variáveis dependentes

No final das duas experiências, foram analisadas as variáveis dependentes seguintes: a taxa de sobrevivência, o RC médio e o incremento mensal de RC.

Após o término das duas experiências, foi contabilizado o número final de percebes por “*barticle*”, de modo a determinar a taxa de sobrevivência, por comparação com o número inicial de percebes por “*barticle*”, e a média de RC dos percebes fixos em cada “*barticle*”. Estas variáveis foram medidas utilizando uma lupa binocular.

Para a sua análise, os percebes são imersos numa solução com lixívia a 3.5 % durante aproximadamente 2 minutos (consoante as dimensões do indivíduo), o que permite verificar a presença da marca fluorescente da calceína. Quando a marca não é bem visível ou há dúvidas na marcação deve-se colocar os percebes mais tempo na lixívia (por mais 2 minutos). De seguida, com a ajuda de uma pinça separa-se a placa *scutum* do *capitulum* e, com uma lupa de epifluorescência (Leica M165FC com luz UV e filtro GFP3, câmara fotográfica Leica DF 295 conectada a um computador), tira-se uma fotografia à placa *scutum* de cada percebe (Cruz et al., 2017). Escolhe-se, aleatoriamente, uma das placas *scutum* para medição do comprimento final (*sc_f*) e do comprimento máximo inicial (*sc_i*; limite da placa delineado pela marca da calceína) à lupa (através do programa de análise de imagem Leica Application Suite v3.8;) (figura 10).

Estes valores obtidos são então traduzidos em unidades RC estimadas, através do modelo linear descrito em Jacinto *et al.* (2015): $RC = 1.66 \times sc$ (*sc_f* ou *sc_i*), sendo a taxa de crescimento (ΔRC) obtida por intermédio da diferença entre RCf (RC estimado final) e RCi (RC estimado inicial), calculados com o modelo referido anteriormente. A taxa de crescimento mensal (ΔRC_{30}) é obtido pela divisão do ΔRC pelo período (número de dias) em que os percebes estão no meio de cultivo, e por fim, multiplica-se por 30. Para isto, assume-se um crescimento linear durante este período de tempo (Cruz *et al.*, 2017).

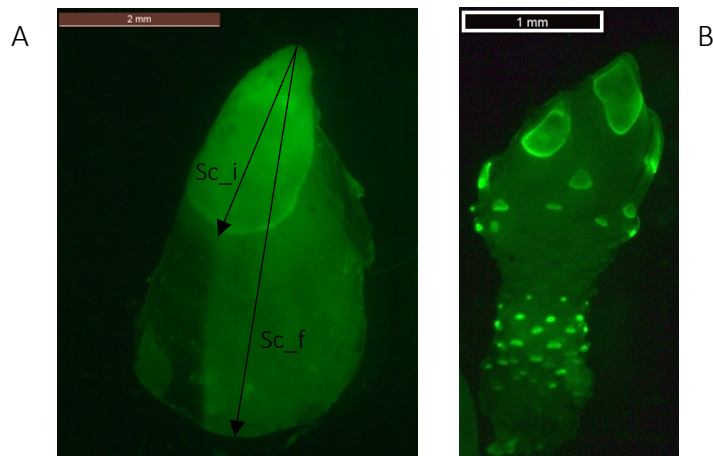


Figura 10. A. Placa *scutum* marcada, setas mostram as variáveis medidas (*sc_i*, comprimento inicial do *scutum*; *sc_f*, comprimento final do *scutum*); B. Juvenil de *P. pollicipes* marcado com calceína.

2.3.2 Análise de dados

A variação entre tratamentos das variáveis dependentes em cada uma das experiências e para cada data de implantação dos “*barticles*” foi analisada através de análise de variância (ANOVA), a partir do programa IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, Nova York, EUA). O pressuposto da homogeneidade das variâncias foi verificado através do teste de *Levene*, e os dados foram transformados quando necessário. Sempre que apropriado, foram realizados testes de comparação múltipla de médias de *Student-Newman-Keuls* (SNK). Os resultados são expressos como média \pm erro padrão (EP) e com um nível de significância de $p < 0,05$.

2.4 Estudo 2. Efeito do regime alimentar e das condições de hidrodinamismo

Neste estudo foi realizada uma experiência em que foram considerados dois fatores: o regime alimentar e as condições de hidrodinamismo (tabela I).

No estudo de Torres (2018), o período de alimentação foi definido como um período de duas horas em que era fornecido alimento e durante o qual o sistema de circulação e filtração dos aquários era interrompido, assumindo que após o período de alimentação e quando a circulação e filtração dos aquários era estabelecida, a atividade alimentar cessaria. No entanto, pode ser possível que ainda permaneça alimento durante o período pós-alimentação e que em condições hidrodinâmicas favoráveis, a atividade alimentar se mantenha durante mais algum tempo. Assim, nesta experiência, foram considerados três tratamentos relativamente ao fator regime alimentar: período de alimentação de duas horas seguido de duas horas em que os percebes estavam no exterior do aquário em condições de emersão, de modo a garantir que não continuavam a alimentar-se (2F); período de alimentação de duas horas (2C); e período de alimentação de quatro horas (4C). Nesta experiência o período de alimentação consistiu em desligar o sistema de circulação e filtração dos aquários e em fornecer alimento vivo (*Artémia* numa concentração de 2 náuplios). As condições de emersão consistiram na colocação das placas fora de água em frente aos respetivo aquário. Se a atividade alimentar não se prolongar para além do período de alimentação, esperamos que não ocorram diferenças entre os tratamentos 2F e 2C.

Relativamente às condições de hidrodinamismo, foram considerados quatro tratamentos: indivíduos mantidos com a bomba de fluxo sempre desligada (-), sendo o hidrodinamismo reduzido durante toda a experiência; indivíduos mantidos com a bomba de fluxo sempre ligada (+), sendo o hidrodinamismo elevado durante toda a experiência; indivíduos mantidos apenas com a bomba de fluxo a funcionar durante o período de alimentação (+AL); e indivíduos mantidos com a bomba de fluxo desligada apenas no período de alimentação (-AL).

Os doze tratamentos foram alocados aleatoriamente aos doze aquários do aqualab. Em cada aquário foi colocada uma placa com 6 *barticles*.

Tabela I. Tratamentos e respetivas abreviaturas utilizadas para cada um dos fatores testados; regime alimentar e condições de hidrodinamismo. As condições de hidrodinamismo são referentes às condições de funcionamento da bomba de fluxo.

		Condições hidrodinâmicas			
		Sempre ligada	Ligada só na alimentação	Desligada só na alimentação	Sempre desligada
Regime alimentar	2horas de alimentação + 2horas no exterior do aquário	(+2F)	(+AL2F)	(-AL2F)	(-2F)
	2horas de alimentação	(+2C)	(+AL2C)	(-AL2C)	(-2C)
	4horas de alimentação	(+4C)	(+AL4C)	(-AL4C)	(-4C)

2.4.1. Variáveis dependentes

No final da experiência, foi medida a taxa de sobrevivência, o tamanho (RC) e incremento mensal de RC dos percebes, tal como descrito na secção 2.3.1.

No decorrer desta experiência foi também estudado o batimento dos cirros. Para tal, na semana de 10 a 16 de dezembro de 2018 foram efetuadas filmagens com um período de 2 minutos em todos os tratamentos aleatoriamente, tendo sido realizadas duas filmagens durante a alimentação e duas fora da alimentação (neste caso a filmagem foi efetuada durante o período da manhã, antes de ser administrado o alimento) para cada tratamento.

Foi feita uma visualização inicial das filmagens para definir os comportamentos de dos cirros a considerar, tendo sido definidos os seguintes comportamentos: totalmente aberto, quando todos os cirros estão totalmente estendidos, semi-aberto é a posição intermédia, quando os cirros se apresentam enrolados ou apenas alguns cirros esticados e totalmente fechado quando o *capitulum* está cerrado e os cirros estão todos recolhidos (figura 11).

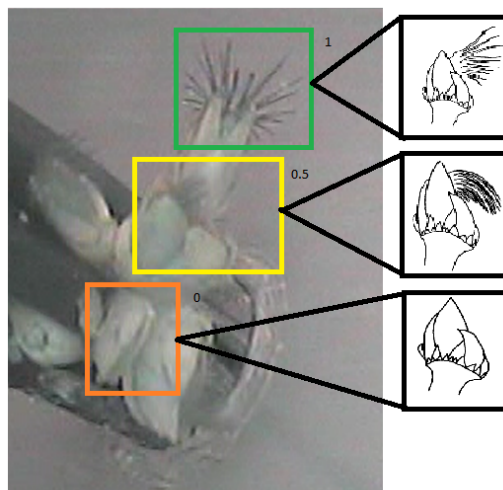


Figura 11. Diagrama de classificação do comportamento do movimento dos cirros numa escala de 3 tipos de comportamento: totalmente aberto (1, verde), semi-aberto (0.5, amarelo) e totalmente fechado (0, laranja).

Após feitas as filmagens, todos os vídeos foram visualizados e analisados, registrando-se os comportamentos de cada percebe e os respectivos tempos de permanência em cada comportamento. O número de percebes analisado em cada filmagem variou entre 2 e 19, em função da qualidade da imagem e do número de percebes filmados.

Relativamente ao comportamento dos cirros, a variável resposta analisada foi o número de batimentos dos cirros por minuto, de acordo com Norton (1996), tendo se considerado um batimento sempre que o cirro apresenta um movimento de extensão, ou seja, quando o cirro passa da posição totalmente fechado para semi-aberto ou para totalmente aberto, ou então, quando o cirro passa da posição semi-aberto para totalmente aberto.

2.4.2 Análise de dados

Todas as variáveis dependentes com exceção do número de batimentos dos cirros foram analisadas através de uma análise de variância de dois fatores (ANOVA) ortogonais e fixos: fator regime alimentar com três tratamentos, 2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior, 2C – alimentação 2 horas, e 4C – alimentação 4 horas); e fator condições hidrodinâmicas com quatro tratamentos, bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada. Esta análises foram feitas utilizando o programa IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, Nova York, EUA) ou o programa GMAV5 para Windows (Institute of Marine Ecology, University of Sydney). O pressuposto da homogeneidade das variâncias foi verificado através do teste de Levene ou Cochran's, e os dados foram transformados quando necessário. Sempre que apropriado, foram realizados testes de comparação múltipla de médias de Student-

Newman-Keuls (SNK). Os resultados são expressos como média \pm erro padrão (EP) e com um nível de significância de $p < 0,05$. Por outro lado, cada variável dependente medida no Cabo de Sines (controle, “*barticles*” mantidos no cabo de Sines) foi analisada através de uma análise de variância de um fator (ANOVA) (fator tratamento, fixo, e com doze níveis, Cabo de Sines e a combinação dos três e quatro tratamentos dos fatores descritos em cima), a partir do programa IBM SPSS Statistics, tendo a homogeneidade das variâncias sido verificada através do teste de Levene, e os dados foram transformados quando necessário. No caso destas análises, só foi interpretada a variação do Cabo de Sines em relação aos restantes doze níveis. Foi feito este procedimento, pois no Cabo de Sines não foram aplicados os tratamentos laboratoriais num delineamento ortogonal.

Em relação ao número de batimentos dos cirros por indivíduo, foram feitas duas análises PERMANOVA (análise multivariada de variância com permutações, segundo Anderson (2001) relativas à análise antes do período de alimentação e depois do período de alimentação. Cada uma destas análises foi feita usando o programa Primer 6 e PERMANOVA+ (Anderson et al., 2008). Cada análise foi feita usando a distância euclidiana e considerando dois fatores fixos e ortogonais: fator regime alimentar com três tratamentos, 2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior, 2C – alimentação 2 horas, e 4C – alimentação 4 horas); e fator condições hidrodinâmicas com quatro tratamentos, bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada. A homogeneidade das dispersões foi feita através da rotina PERMDISP disponível no mesmo programa. Nesta variável dependente, foram feitas PERMANOVA em vez de ANOVA, visto o tamanho de amostra ser diferente consoante os tratamentos.

3. Resultados

3.1 Estudo 1. Sistema alternado de cultivo: os percebes alternam entre a jangada e o laboratório

Como descrito anteriormente, este estudo é composto por 2 experiências: a primeira experiência estendeu-se entre maio e setembro e a segunda experiência entre maio e dezembro. Ambas as experiências foram realizadas com “*barticles*” que foram implantados no Cabo de Sines em diferentes anos: 2016 e 2017. Os percebes fixos em “*barticles*” implantados em 2016 têm no máximo cerca de dois anos, enquanto fixos em “*barticles*” implantados em 2017 têm no máximo cerca de um ano de vida.

3.1.1 Experiência 1: Sistema alternado de cultivo no período de maio a setembro

3.1.1.1 Número inicial, final e taxa de sobrevivência dos percebes por “barticle”

A variação do número inicial e final de percebes, bem como da taxa de sobrevivência nos vários tratamentos aplicados a percebes fixos em “barticles” implantados no terreno em 2016 e 2017, entre maio e setembro, está ilustrada nas figuras 12 e 13. Os “barticles” implantados em 2016 têm mais percebes que os implantados em 2017, mas em ambos os casos não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos na taxa de sobrevivência (2016 - $F_{1,11}=0,032$; $P=0,862$; 2017 - $F_{2,48}=2,744$; $P=0,074$), sendo a sobrevivência média de 59% nos indivíduos da jangada_jangada e 61% nos indivíduos da jangada_aqualab.

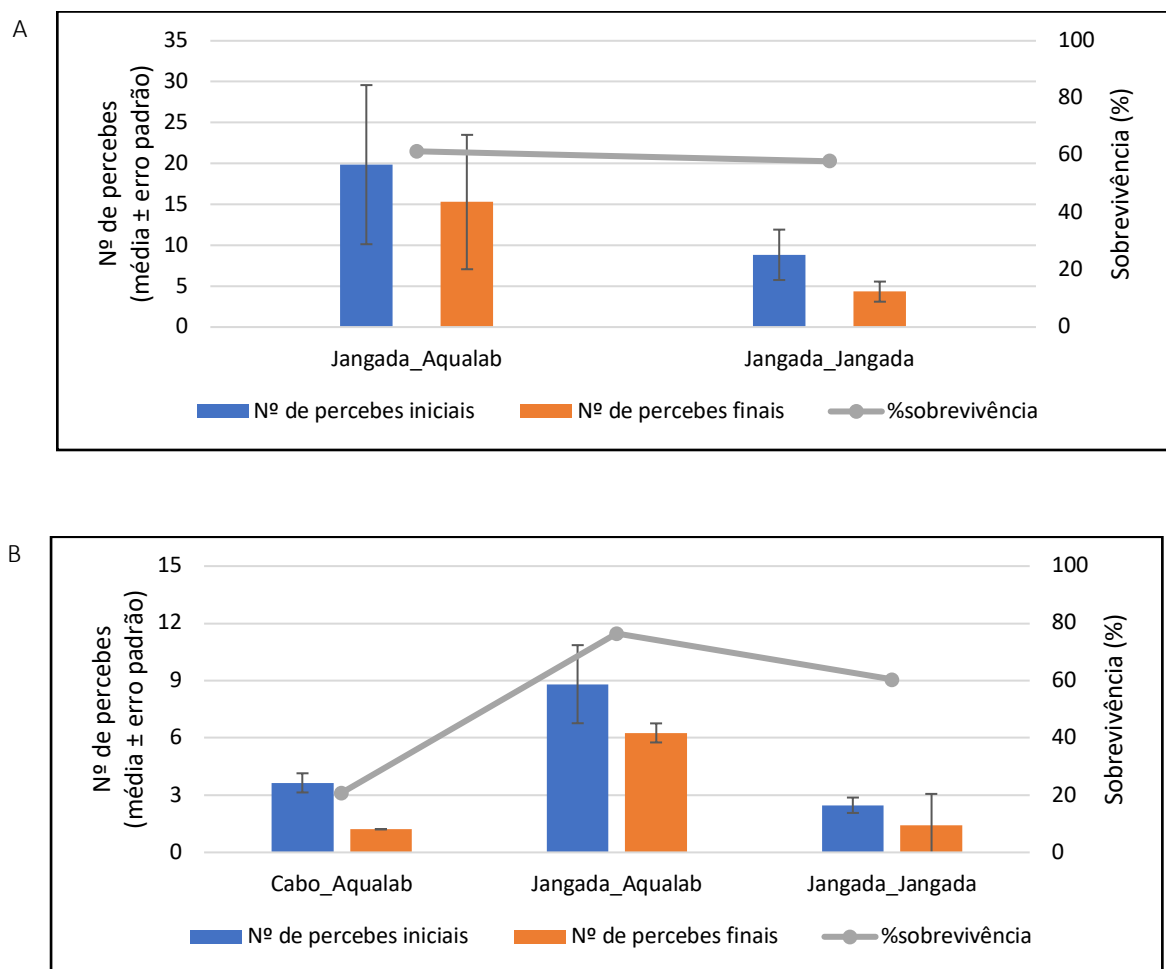


Figura 12. Número inicial, final e taxa de sobrevivência de percebes por “barticle” (média ± erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B) e testados no período de maio a setembro.

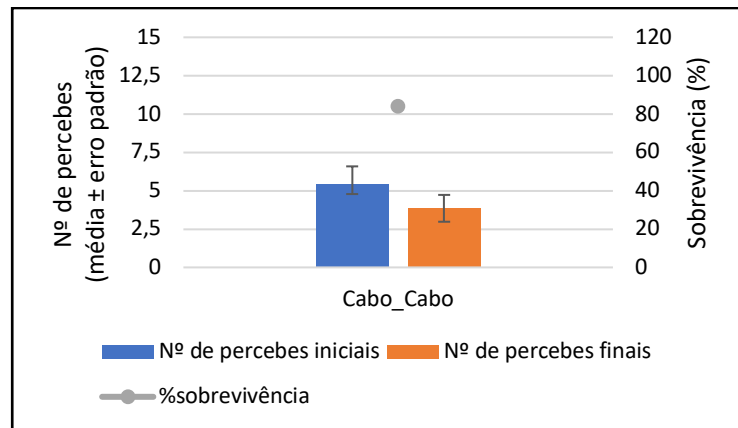
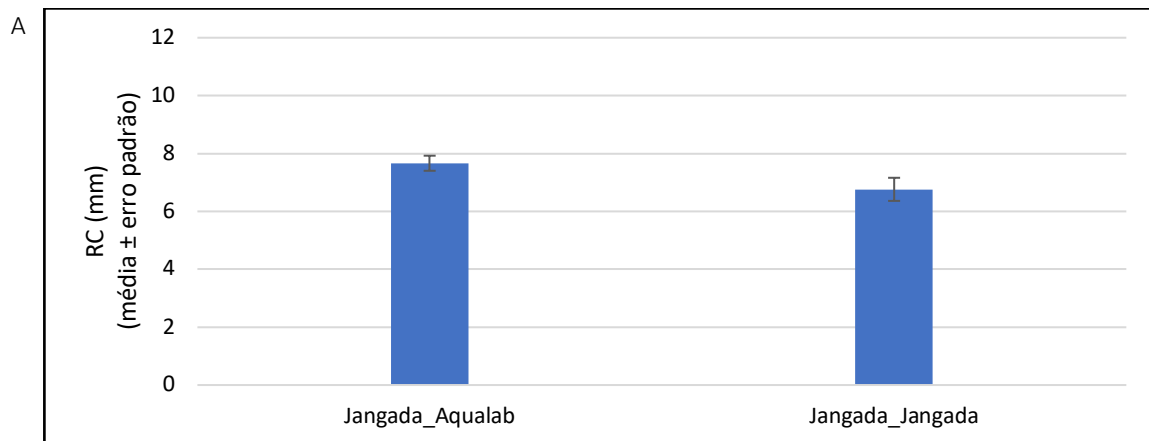


Figura 13. Número inicial, final e taxa de sobrevivência de percebes por “*barticle*” (média ± erro padrão), implantados em 2017 e mantidos no cabo (controlo) durante o período de maio a setembro.

3.1.1.2 Comprimento máximo entre a placa *rostrum* e carina (RC) dos percebes por “*barticle*”

O tamanho dos percebes medido através do comprimento máximo entre as placas *rostrum* e carina (RC) não variou entre tratamentos para os percebes de “*barticles*” implantados em 2016 ($F_{1,10}=2,001$; $P=0,188$). Por outro lado, para os “*barticles*” implantados em 2017, foram observadas diferenças estatisticamente significativas no tamanho dos percebes entre tratamentos ($F_{2,35}=22,171$; $P=0,000$), pelo que se procedeu ao teste de comparação múltipla (SNK) que revelou que os indivíduos sujeitos ao tratamento jangada-jangada apresentaram menor RC que os indivíduos sujeitos ao tratamento cabo-aqualab e jangada-aqualab (figura 14).



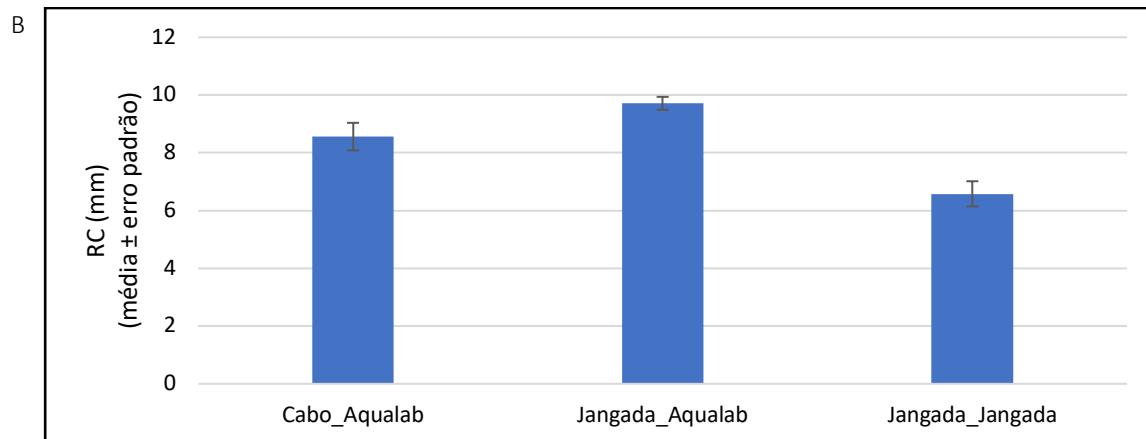
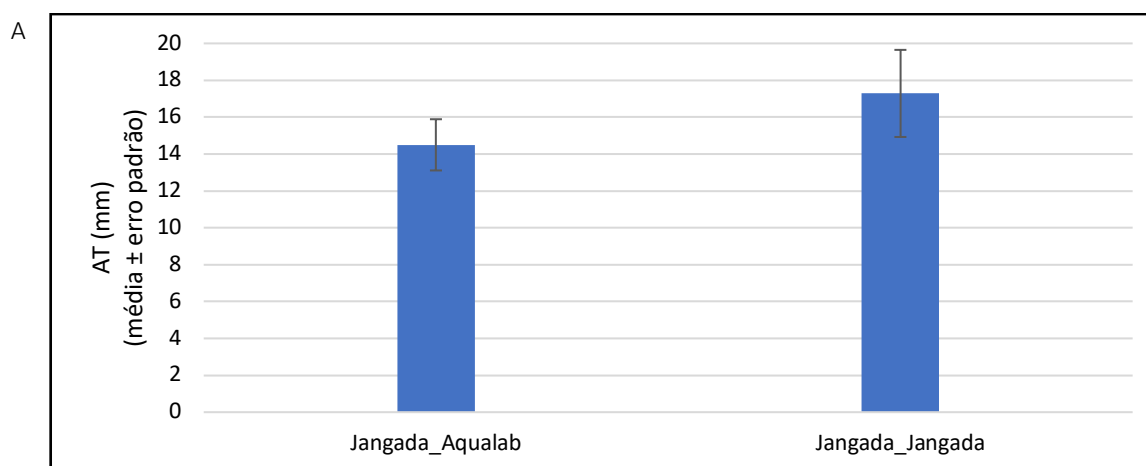


Figura 14. Comprimento máximo de RC (mm) de percebes por “*barticle*” (média ± erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B) e testados no período de maio a setembro.

3.1.1.3 Altura máxima (AT) dos percebes por “*barticle*”

No caso dos percebes de “*barticles*” implantados em 2016 e 2017, a altura máxima (AT) não variou entre tratamentos (2016 - $F_{1,10}=1,036$; $P=0,333$; 2017 - $F_{2,35}=2,788$; $P=0,075$) (figura 15).



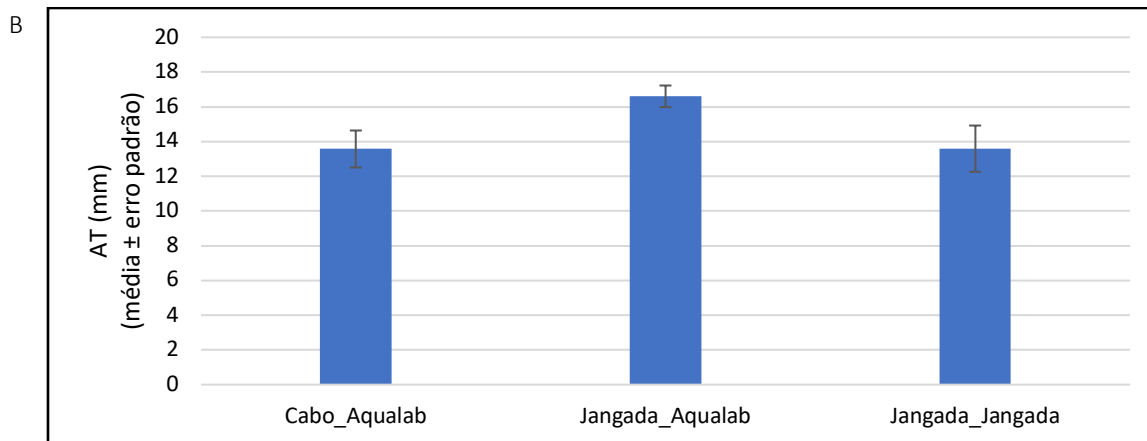
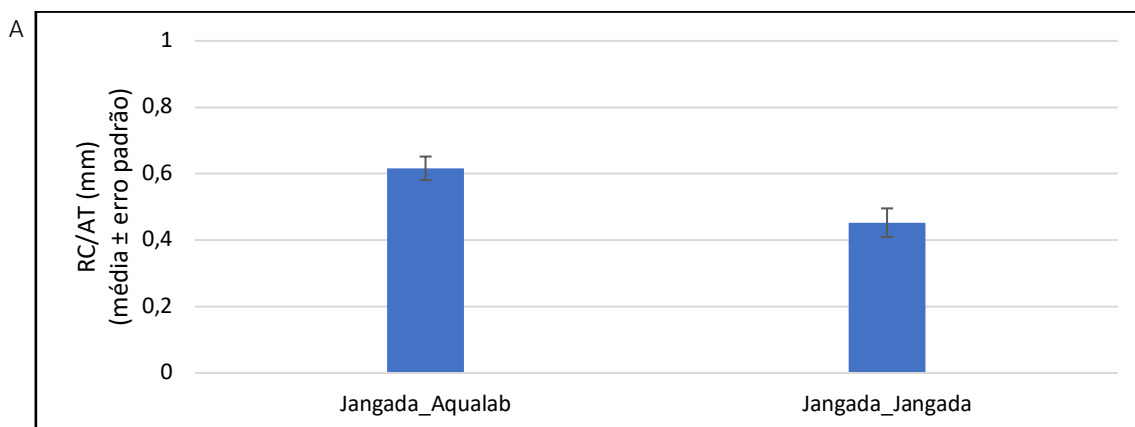


Figura 15. Altura máxima (mm) de percebes por “*barticle*” (média ± erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B) e testados no período de maio a setembro.

3.1.1.4 Relação entre o RC médio e o AT médio (RC/AT)

Posteriormente calculou-se a razão entre o RC e o AT médio (RC/AT) de cada “*barticle*”, de forma a comparar o alongamento do percebe, sendo que valores de RC/AT mais baixos são indicativos de percebes mais alongados e com menor valor comercial.

Neste caso, para todos os percebes fixos a “*barticles*” plantados em 2016 ($F_{1,10}=8,605$; $P=0,150$) e em 2017 ($F_{2,35}=10,113$; $P=0,000$) foram observadas diferenças estatisticamente significativas na relação RC/AT entre tratamentos. A aplicação dos testes de SNK revelou o seguinte padrão: tanto em 2016, como em 2017 os indivíduos mantidos na jangada-aqualab são mais curtos que os indivíduos mantidos na jangada-jangada (figura 16).



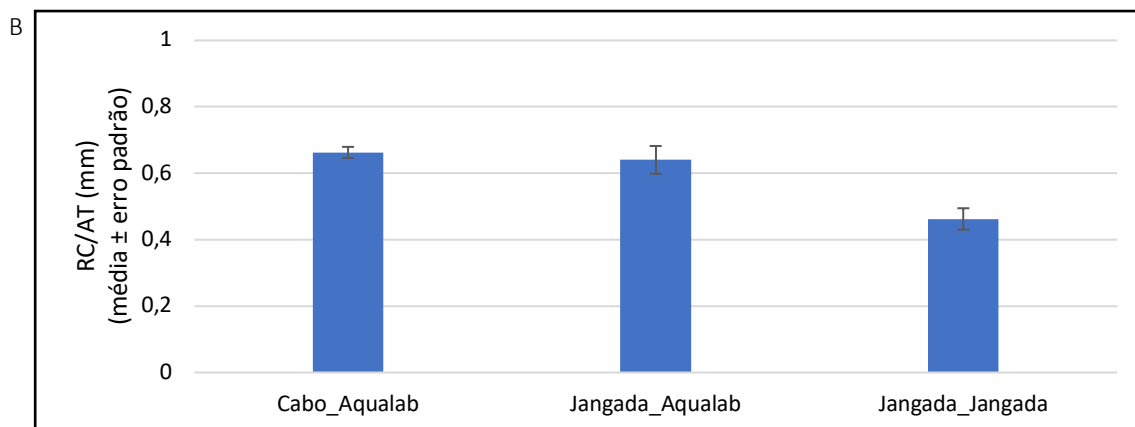
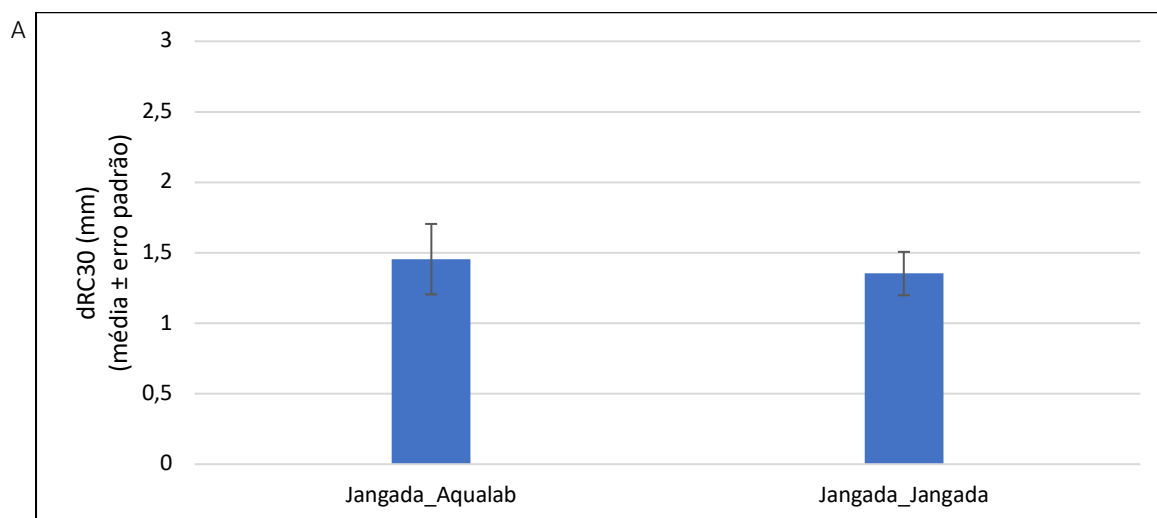


Figura 16. Relação entre RC/AT (mm) de percebes por “*barticle*” (média ± erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B), e testados no período de maio a setembro.

3.1.1.5 Incremento mensal de RC

A taxa de crescimento mensal foi estimada através da medição do incremento mensal de RC. Para indivíduos provenientes de “*barticles*” plantados no campo em 2016, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, tendo os percebes da jangada_aqualab crescido em média 1,45 mm de RC em cada mês e os indivíduos da jangada_jangada crescido em média 1,35 mm de RC em cada mês. Já entre indivíduos fixos em “*barticles*” plantados em 2017 foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($F_{3,39}=14,245$; $P=0,000$), sendo que os testes de SNK revelaram que indivíduos que permaneceram sempre no Cabo de Sines (cabo-cabo) foram aqueles que apresentaram menor incremento mensal (incremento mensal de RC de 0.45mm), os mantidos no cabo-aqualab e jangada-jangada apresentaram um crescimento intermédio (1.2 a 1.3mm de incremento mensal de RC) e os indivíduos que apresentam maior crescimento foram os cultivados na jangada-aqualab com 1,8mm (RC) de crescimento mensal (figura 17).



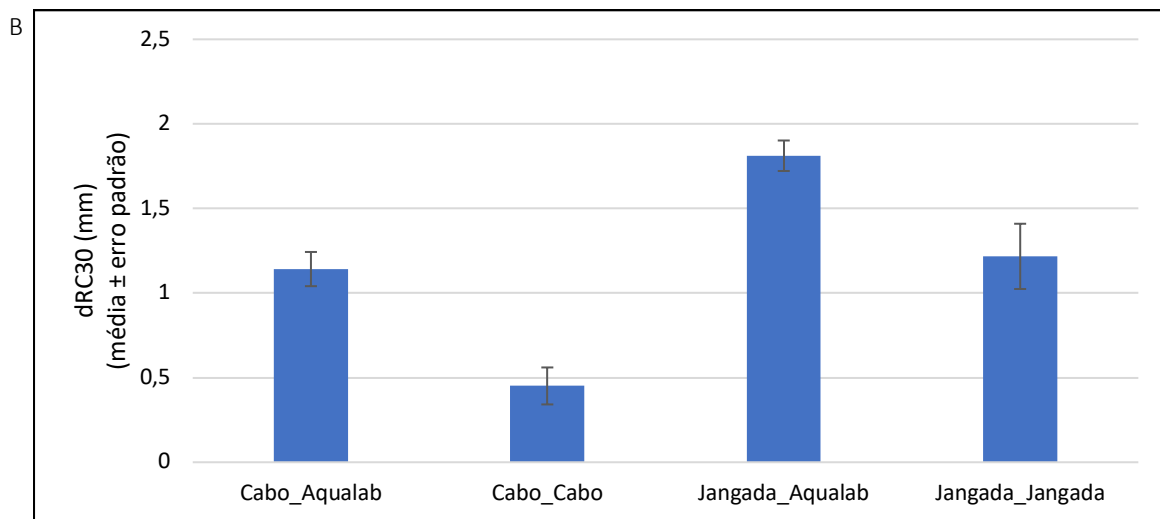


Figura 17. Incremento mensal de RC (mm) de percebes por “*barticles*” (média \pm erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B), e testados no período de maio a setembro.

3.1.2 Experiência 2: Sistema alternado de cultivo no período de maio a dezembro

3.1.2.1 Número inicial, final e taxa de sobrevivência dos percebes por “*barticle*”

A variação do número inicial e final de percebes, bem como da taxa de sobrevivência nos vários tratamentos aplicados a percebes fixos em “*barticles*” implantados no terreno em 2016 e 2017, entre maio e dezembro, está ilustrada nas figuras 18 e 19.

Tal como na primeira experiência, o número de percebes fixos em *barticles* implantados em 2016 é cerca do dobro do número de percebes fixos em *barticles* implantados em 2017.

Nos “*barticles*” implantados em 2016 e 2017, foram observadas diferenças estatisticamente significativas na taxa de sobrevivência dos percebes. Na verdade, os percebes de “*barticle*” fixos em 2016 e sujeitos ao tratamento jangada-jangada-jangada não sobreviveram, tendo a sobrevivência dos percebes fixos a “*barticles*” de 2017 apresentado uma sobrevivência muito baixa (2%). Pelo contrário, no tratamento Jangada-Aqualab-Jangada os percebes apresentaram uma maior sobrevivência, tendo registado um valor médio de 34% em percebes de *barticles* fixos em 2016 e de 64% em percebes de fixos em 2017 (figura 18). No caso dos percebes que permaneceram no cabo entre maio e dezembro (cabo-cabo-cabo, figura 19), o número de percebes no final é muito elevada, não se tratando porém de sobrevivência, mas de recrutamento que ocorreu no verão e outono de 2018.

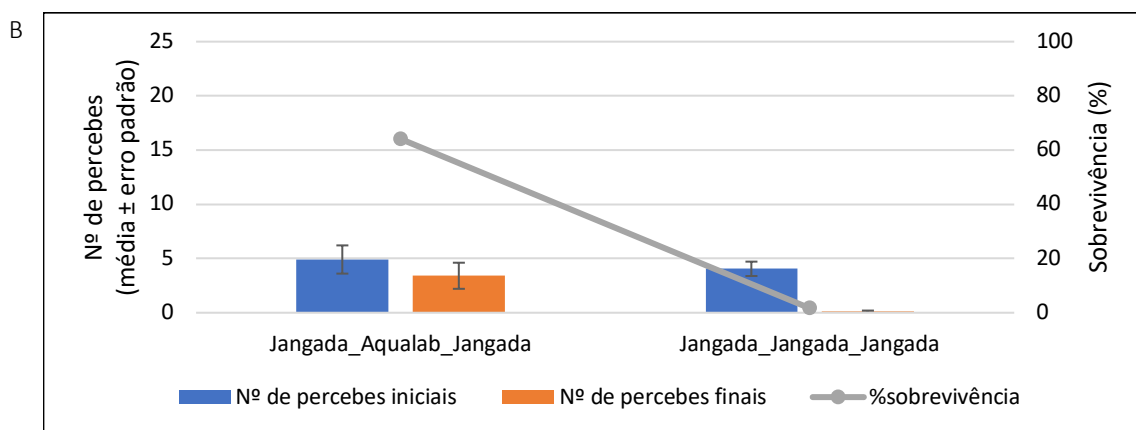
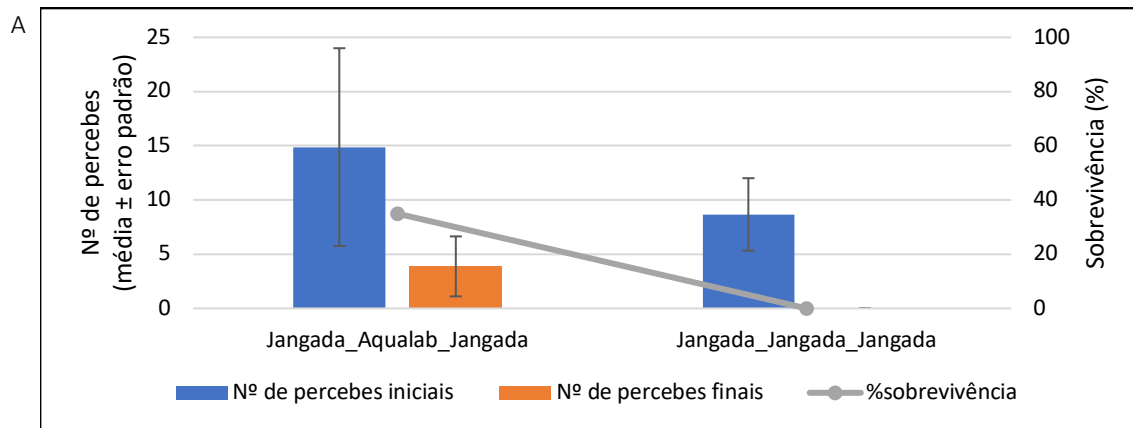


Figura 18. Número inicial, final e taxa de sobrevivência de perches por "barticle" (média ± erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B), e testados no período de maio a dezembro.

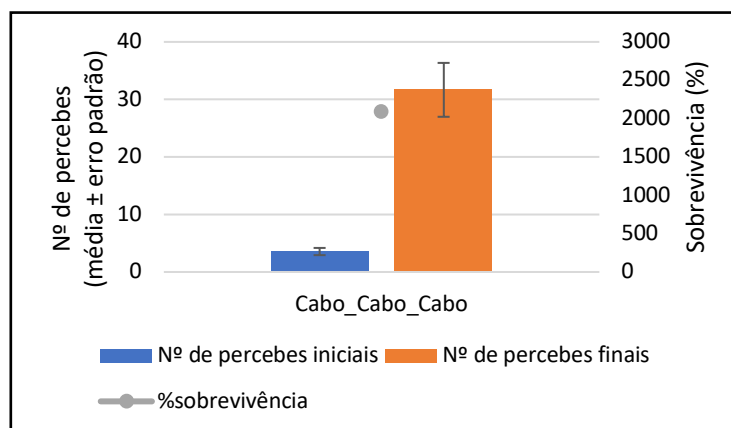


Figura 19. Número inicial, final e taxa de sobrevivência de perches por "barticle" (média ± erro padrão), implantados em 2017 e mantidos no cabo (controle) durante o período de maio a setembro.

3.1.2.2 Comprimento máximo entre a placa *rostrum* e carina (RC) dos percebes por “*barticle*”

Para os dois anos de implantação dos “*barticles*”, 2016 e 2017, a sobrevivência dos percebes foi quase nula no tratamento jangada-jangada-jangada, pelo que não foi feita análise de variância entre este tratamento e o tratamento jangada-aqualab-jangada. Neste último tratamento, os percebes apresentaram uma média de 13mm (RC) em ambos os anos.

3.1.2.3 Altura máxima (AT) dos percebes por “*barticle*”

No que diz respeito aos dois anos em estudo, 2016 e 2017, não é possível fazer a análise estatística visto que a sobrevivência é nula no tratamento jangada-jangada-jangada, não havendo indivíduos disponíveis para análise de variância entre este tratamento e o tratamento jangada-aqualab-jangada. Neste último tratamento, os percebes apresentaram uma média de 22 mm (AT) em ambos os anos.

3.1.2.4 Relação entre o RC médio e o AT médio (RC/AT)

No que diz respeito ao período de maio a dezembro para os dois anos em estudo, 2016 e 2017, não é possível fazer a análise estatística visto que a sobrevivência é nula no tratamento jangada-jangada-jangada, não havendo indivíduos disponíveis para análise de variância entre este tratamento e o tratamento jangada-aqualab-jangada. Neste último tratamento, os percebes apresentaram uma média de 0,50 mm (RC/AT) em ambos os anos.

3.1.2.5 Incremento mensal de RC

A sobrevivência dos percebes do tratamento jangada-jangada-jangada foi nula, pelo que não foi possível estimar o crescimento dos percebes neste tratamento, tendo os percebes do tratamento jangada-aqualab-jangada sido comparados com percebes que sempre se mantiveram no Cabo de Sines (Cabo-Cabo-Cabo). Para indivíduos mantidos na experiência provenientes de “*barticles*” plantados no campo em 2016 e 2017 foram observadas diferenças estatisticamente significativas, (2016 - $F_{1,9}=8,309$; $P=0,018$; 2017 - $F_{2,22}=6,934$; $P=0,005$), em que indivíduos mantidos no cabo-cabo-cabo apresentaram cerca de metade do incremento mensal de RC (2016 - 0.6mm (RC); 2017 - 0.7mm (RC)) do que os indivíduos mantidos na jangada-aqualab-jangada (2016 - 1.1mm (RC); 2017 - 01.3mm (RC)) (figura 20).

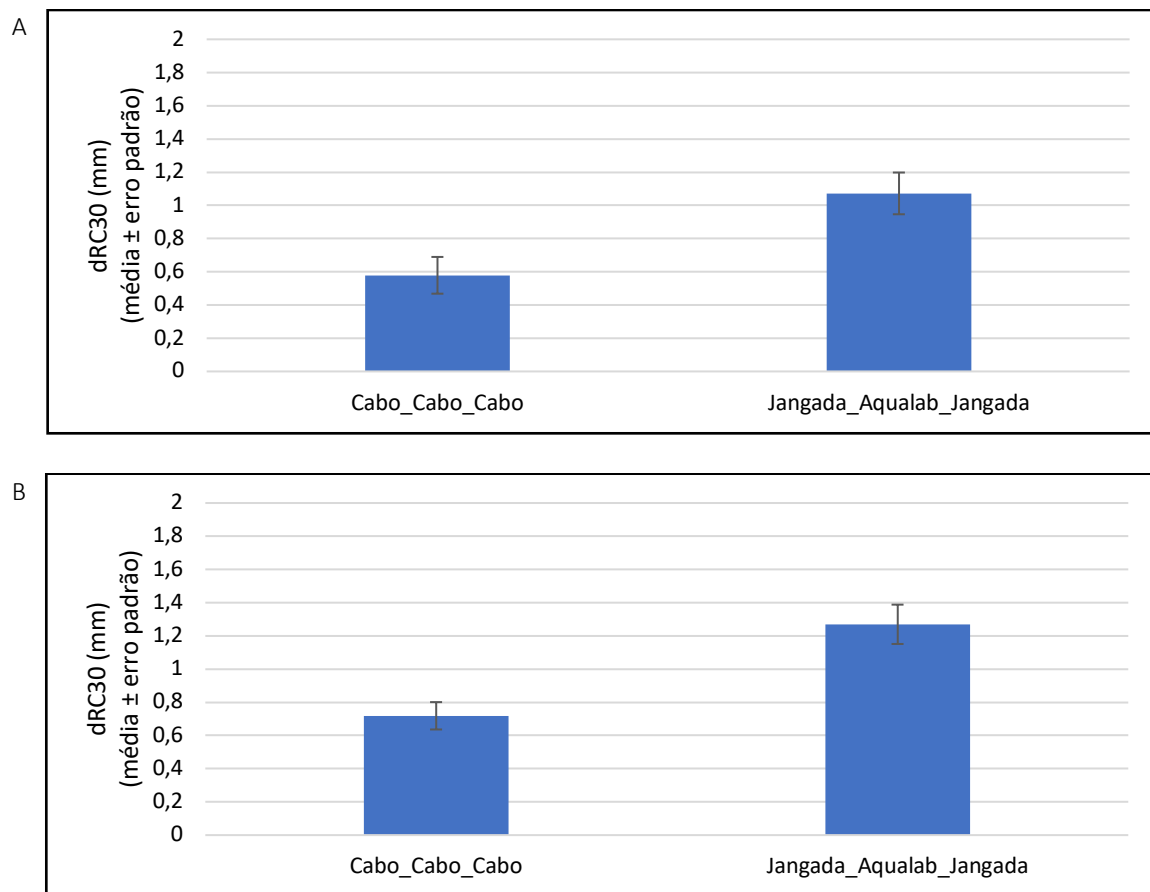


Figura 20. Incremento mensal de RC (mm) de percebes por “*barticles*” (média \pm erro padrão), implantados em 2016 (A) e 2017 (B), e testados no período de maio a dezembro.

3.2 Estudo 2. Efeito do regime alimentar e das condições hidrodinâmicas

3.2.1 Número inicial, final e taxa de sobrevivência dos percebes por “*barticle*”

A variação do número inicial e final de percebes, bem como da taxa de sobrevivência nos vários tratamentos dos dois fatores (regime alimentar e condições de hidrodinamismo) está ilustrada figura 21. O número inicial médio é de 12 percebes por barticle. Em relação à sobrevivência dos percebes nos vários tratamentos, esta foi sempre superior a 50%, tendo a análise de variância mostrado existência de uma interação significativa entre os dois fatores, pelo que não se deve analisar os fatores de forma independente (tabela II). Porém os testes de SNK aplicados a esta interação não revelaram nenhum padrão definido de diferenças, tendo sido observada a maior sobrevivência no tratamento com a bomba de fluxo sempre ligada e o regime alimentar 2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior e a menor no tratamento com a bomba de fluxo desligada apenas na alimentação e o regime alimentar 2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior.

Adicionalmente, foi feita uma ANOVA a um fator e respetivos testes de SNK para verificar se existiam diferenças entre os percebes mantidos no cabo e os sujeitos aos vários tratamentos experimentais, não tendo sido encontradas diferenças entre o tratamento cabo e os restantes ($P>0.05$) (figura 21).

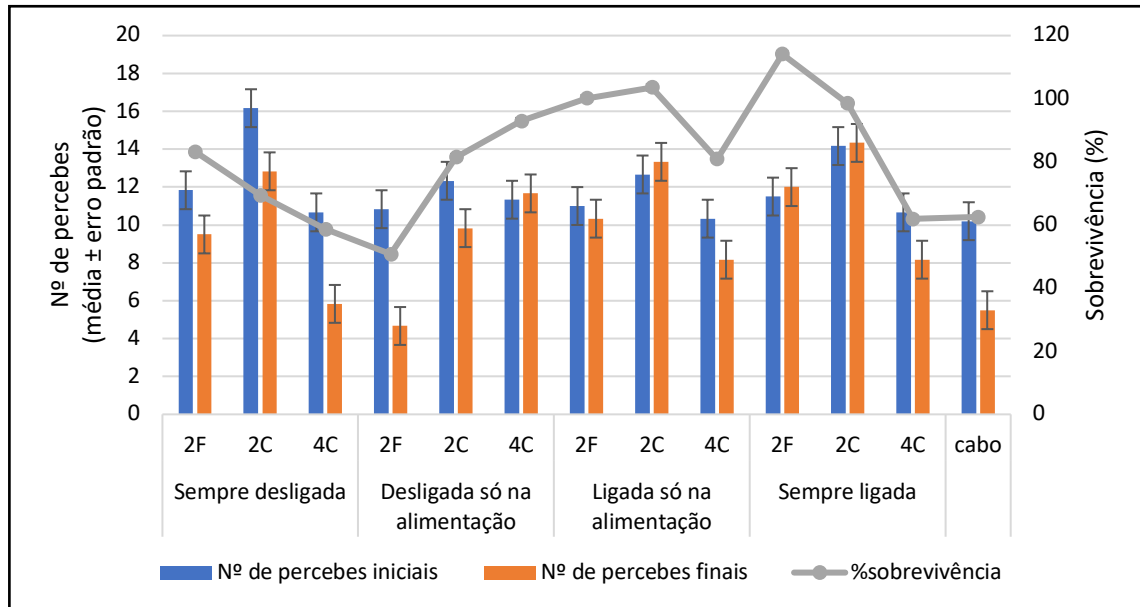


Figura 21. Número inicial, final de percebes por “*barticle*” (média ± erro padrão) e taxa de sobrevivência, relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada); n=6.

Tabela II. Resultado da ANOVA e dos testes SNK da taxa de sobrevivência de percebes por “*barticle*”, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); n=6. Análise efetuada sem transformação dos dados (Teste de Cochran’s: $C=0.28$; $P>0.05$). Legenda: g.l. - graus de liberdade; Q.M – Quadrados médios.

Origem da variação	g.l.	Q.M	F	P
Hi	3	2611.982	2.53	0.066
Ra	2	1586.676	1.53	0.224
Hi X Ra	6	2455.846	2.37	0.040
Residual	60	1034.970		
Total	71			
SNK	Hi X Ra		Sem padrão definido	

3.2.2 Comprimento máximo entre a placa *rostrum* e carina (RC) dos percebes por “*barticle*”

Relativamente à variação do comprimento máximo entre as placas *rostrum* e carina (RC) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos de condições hidrodinâmicas. Os testes de SNK a este fator revelaram que os indivíduos sujeitos ao tratamento com a bomba de fluxo sempre desligada apresentavam menor tamanho do que os indivíduos sujeitos aos outros tratamentos (desligada e ligada apenas

durante a alimentação e sempre ligada). Quanto ao regime alimentar, não foram registadas diferenças estatisticamente significativas em RC entre os três regimes testados (*P. pollicipes* com um período de alimentação de 2 horas seguido de 2 horas no exterior; período de alimentação de 2 horas; e período de alimentação de 4 horas). Sendo assim, RC é então afetado pelas condições hidrodinâmicas, mas não pela densidade de alimento (tabela III e figura 22).

O controlo plantado no cabo de Sines foi analisado através da ANOVA a um fator e respetivos SNK e não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no RC de indivíduos mantidos no cabo versus os tratamentos laboratoriais ($P > 0.05$) (figura 22).

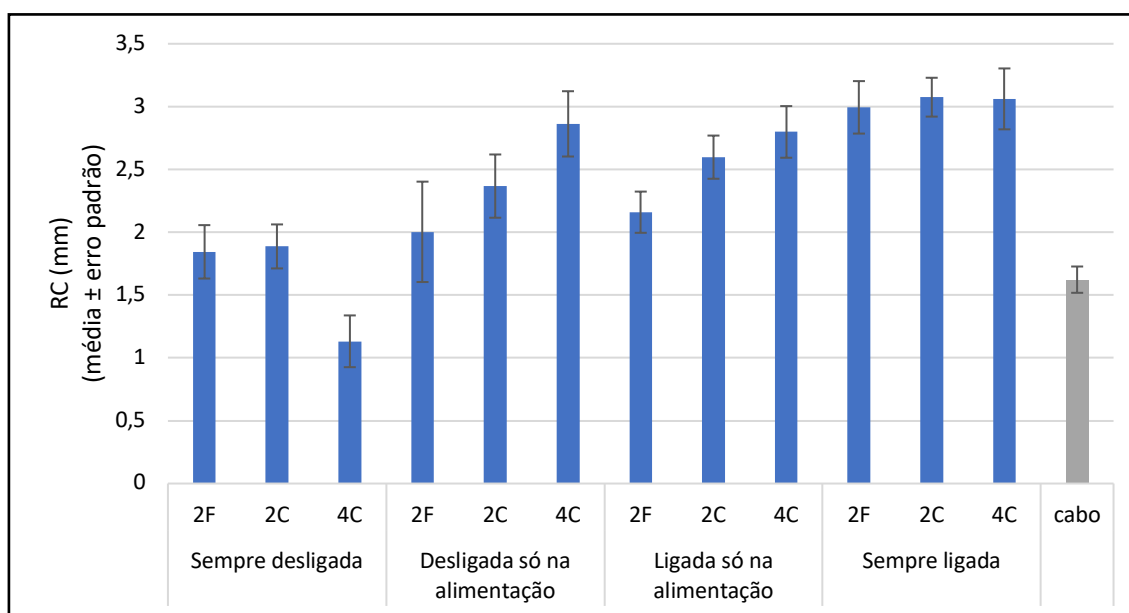


Figura 22. Comprimento máximo de RC (mm) de percebes por “barticle” (média ± erro padrão), relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada); n=6.

Tabela III. Resultado da ANOVA e do teste SNK da média do comprimento máximo de RC (mm) de percebes por “barticle”, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); n=6. Análise efetuada sem transformação dos dados (Teste de Cochran’s: C=0.194; $P > 0.05$). Legenda: g.l. - graus de liberdade; Q.M. – Quadrados médios

Origem da variação	g.l.	Q.M	F	P
Hi	3	5.612	10.56	0.000
Ra	2	1.171	2.20	0.119
Hi X Ra	6	0.343	0.65	0.693
Residual	60	0.531		
Total	71			

SNK	Hi	Valores médios por tratamento
		Sempre desligada (média de 1.62mm RC) < restantes tratamentos sem padrão definido, mas em que o maior tamanho foi observado no tratamento sempre ligada (média 3.04mm RC)

3.2.3 Altura máxima (AT) dos percebes por “*barticle*”

A altura máxima dos percebes por “*barticle*” evidenciou diferenças estatisticamente significativas no fator das condições hidrodinâmicas, sendo assim procedeu-se ao testes de comparação múltipla (SNK) que revelaram que os indivíduos sujeitos ao tratamento com a bomba de fluxo sempre desligada apresentaram a menor altura máxima dos quatro tratamentos, e os indivíduos com a bomba de fluxo apenas desligada durante a alimentação e os indivíduos com a bomba de fluxo apenas ligada durante a alimentação apresentaram uma altura máxima intermédia, tendo os indivíduos com a bomba de fluxo sempre ligada (antes, durante e após o período de alimentação) apresentando a altura máxima mais elevada. Por outro lado, não foram registadas diferenças estatisticamente significativas em AT no caso do fator regime alimentar, bem como a interação entre os dois fatores não foi significativa. (tabela IV, figura 23).

Os percebes que se mantiveram no cabo de Sines não apresentaram uma altura máxima diferente da totalidade dos tratamentos laboratoriais ($P > 0.05$) (figura 23).

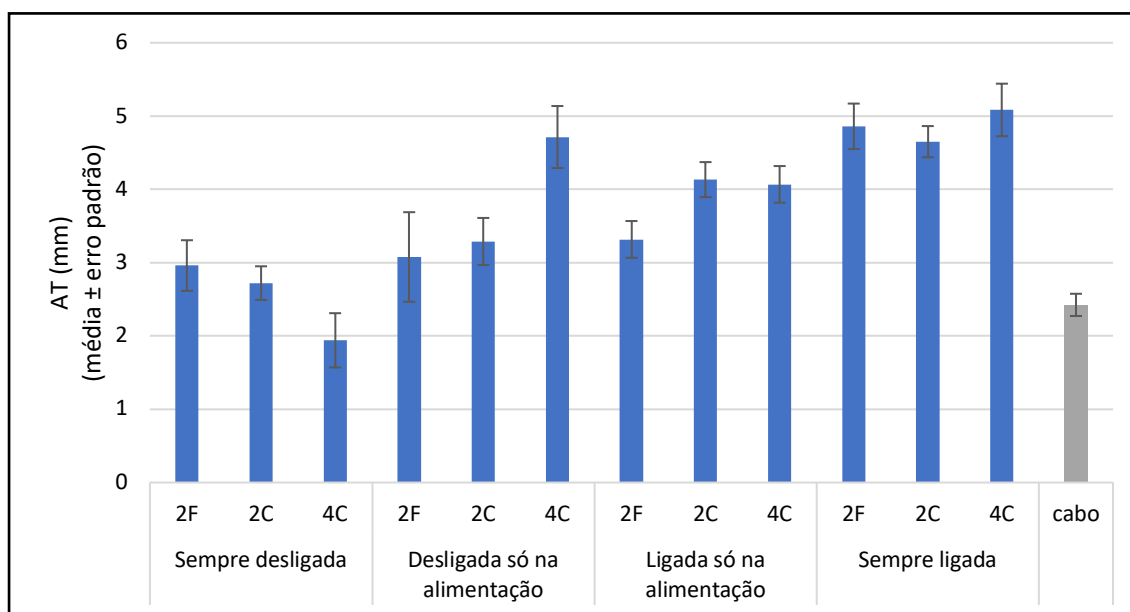


Figura 23. Altura máxima (mm) de percebes por “*barticle*” (média \pm erro padrão), relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada) $n=6$.

Tabela IV. Resultado da ANOVA e do teste SNK da média da altura máxima (mm) de percebes por “barticle”, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); n=6. Análise efetuada com transformação dos dados/raiz quadrada (Teste de Cochran’s: C=0.223, P>0.05). Legenda: g.l. - graus de liberdade; Q.M. – Quadrados médios

Origem da variação	g.l.	Q.M.	F	P
Hi	3	0.955	13.73	0.000
Ra	2	0.102	1.47	0.239
Hi X Ra	6	0.042	0.61	0.724
Residual	60	0.070		
Total	71			

SNK	Hi	Sempre desligado (2.541) < Desligado na alimentação (3.694) = Ligado na alimentação (3.839) < Sempre ligado (4.865)	Valores médios por tratamento
------------	-----------	---	-------------------------------

3.2.4 Relação entre o RC médio e o AT médio (RC/AT)

Verificou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas na relação RC/AT em relação ao fator regime alimenta, bem como a interação entre os fatores não foi significativa, mas pelo contrário, o fator condições hidrodinâmicas foi significativo, não tendo os testes de SNK revelado um padrão definido, embora a relação entre RC médio e AT médio foi menor quando a bomba de fluxo esteve sempre desligada, e maior quando a bomba de fluxo está sempre ligada (tabela V, figura 24).

Os percebes que se mantiveram no cabo de Sines não apresentaram uma relação RC/AT diferente da totalidade dos tratamentos laboratoriais (P>0.05) (figura 24).

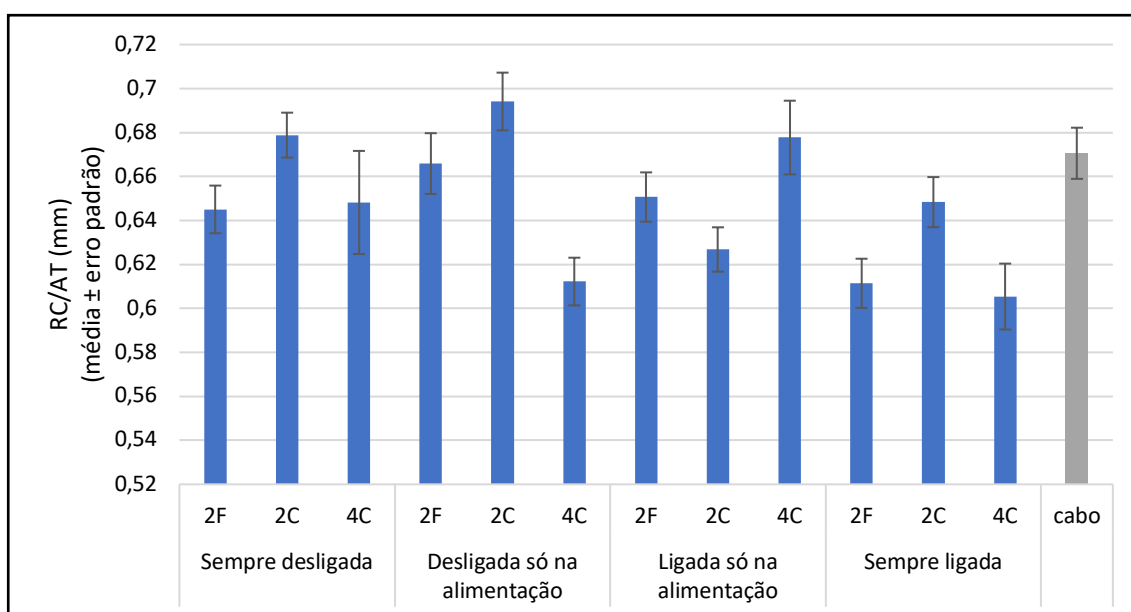


Figura 24. Relação RC médio e AT médio (mm) de percebes por “barticle” (média ± erro padrão), relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada); n=6.

Tabela V. Resultado da ANOVA e do teste SNK da relação RC médio e AT médio (mm) de percebes por “*barticle*”, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); n=6. Análise efetuada sem transformação dos dados (Teste de Cochran’s: C=0.207; P>0.05). Legenda: g.l. - graus de liberdade; Q.M. – Quadrados médios

Origem da variação	g.l.	Q.M.	F	P
Hi	3	0.007	3.21	0.029
Ra	2	0.002	0.89	0.415
Hi X Ra	6	0.003	1.37	0.241
Residual	60	0.002		
Total	71			

SNK	Hi		Valores médios por tratamento
		Sempre desligado (0.657) > Sempre ligado (0.622)	

3.2.5 Incremento mensal de RC

Na análise ao incremento mensal de RC, não foi encontrada uma interação significativa entre os fatores, mas ambos foram significativos quando testados de forma independente. Relativamente às condições hidrodinâmicas, os testes de SNK revelaram que o incremento mensal foi mais elevado quando a bomba de fluxo estava sempre ligada (média de 1.1mm RC), seguindo-se o tratamento de ligada só na alimentação (0.85mm RC), seguindo-se o tratamento desligada só na alimentação (0.63 RC) e o tratamento sempre desligada onde foi registado o incremento de RC significativamente menor (0.41mm RC). Em relação ao fator regime alimentar, não foi encontrado um padrão definido de diferenças, tendo o incremento mensal de RC sido mais baixo em 2F (2 horas seguido de 2 horas no exterior) e maior em 4C (período de alimentação era de 4 horas). (tabela VI, figura 25).

Em relação aos percebes que se mantiveram no cabo, foram encontradas diferenças significativas no incremento de RC destes percebes e de alguns tratamentos laboratoriais (P<0.5), mas não foi possível encontrar um padrão definido de diferenças através da utilização dos testes de SNK (figura 25).

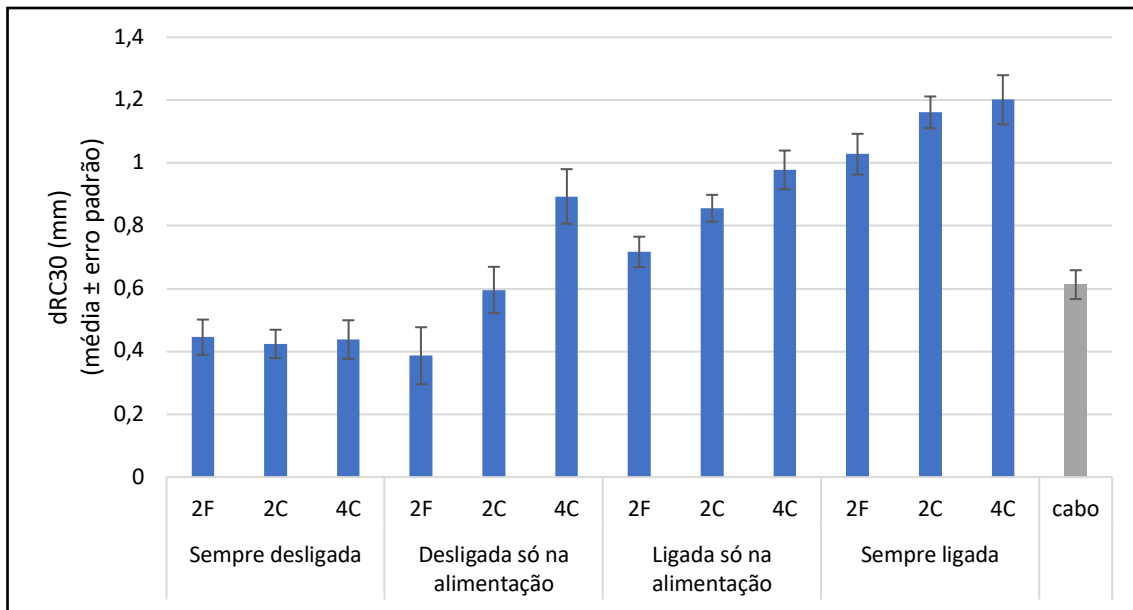


Figura 25. Incremento mensal de RC (mm) de percebes por "barticle" (média \pm erro padrão), relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, desligada só na alimentação, ligada só na alimentação e sempre ligada); n=6.

Tabela VI. Resultado da ANOVA e dos testes SNK do incremento mensal de RC (mm) de percebes por "barticle", em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); n=6. Análise efetuada sem transformação dos dados (Teste de Cochran's: C=0.299). Legenda: g.l. - graus de liberdade; Q.M. – Quadrados médios.

Origem da variação	g.l.	Q.M.	F	P
Hi	3	1.526	28.45	0.000
Ra	2	0.234	4.36	0.017
Hi X Ra	6	0.005	0.10	0.996
Residual	60	0.054		
Total	71			

SNK	Hi	Valores médios por tratamento
	Ra	2F (0.644) < 4C (0.878)

3.2.6 Batimento dos cirros

O movimento dos cirros foi analisado antes e durante o período de alimentação. No período anterior à alimentação, não foi encontrada uma interação significativa entre os fatores e o fator regime alimentar não foi significativo, mas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os vários tratamentos de condições hidrodinâmicas (figura 26. Tabela VII). Após análise dos Pair wise test pode concluir-se que o número de extensões dos cirros por minuto de cada indivíduo foi menor quando a bomba de fluxo esteve sempre ligada (média de 0,22), não tendo sido encontrado

nenhum padrão entre os restantes tratamentos (média entre 0,48 e 1,2) (tabela VII; figura 26).

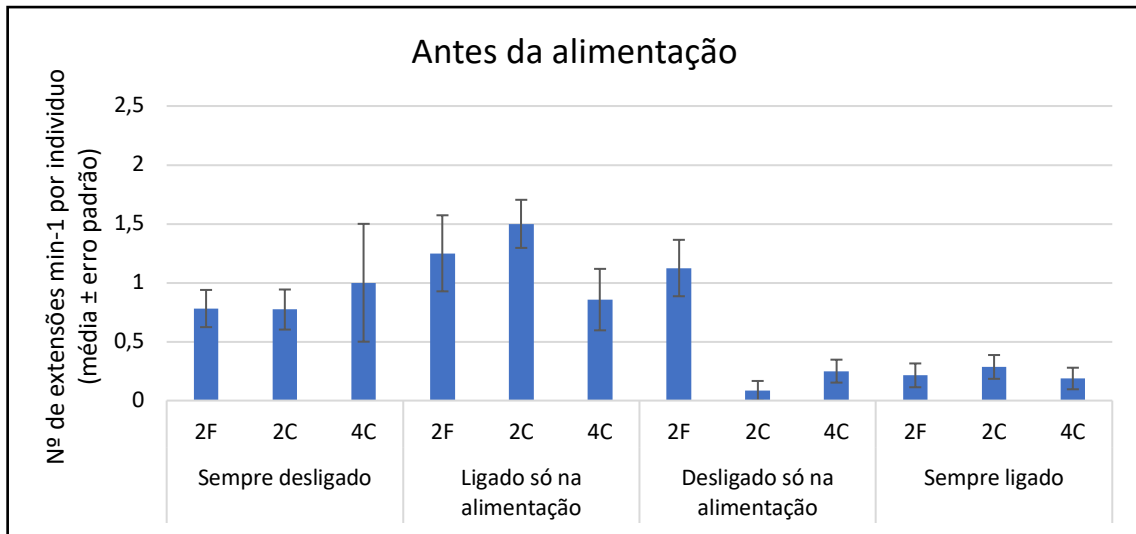


Figura 26. Número médio de extensões por minuto de percebes visíveis por "barticle" (média \pm erro padrão), no período anterior à alimentação relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, ligada só na alimentação, desligada só na alimentação e sempre desligada).

Tabela VII. Resultados da análise multivariada de variância com permutações (PERMANOVA) e dos Pair Wise tests relativamente ao número médio de extensões por minuto de percebes visíveis no período anterior à alimentação, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); $n=2$. Análise efetuada sem transformação dos dados. Legenda: g.l. - graus de liberdade; S.Q. – soma de quadrados; M.Q. – quadrados médios.

Origem da variação	g.l.	S.Q.	M.Q.	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Hi	3	9.112	3.112	10.479	0.001	999
Ra	2	0.942	0.471	1.586	0.203	999
Hi X Ra	6	3.207	0.534	1.800	0.094	998
Residual	78	23.163	0.297			
Total	89	37.656				

Pair Wise Test	Hi	Sempre ligada (média de 0,22) < restantes tratamentos sem padrão entre si (média entre 0,48 e 1,2)	Valores médios por tratamento
----------------	----	--	-------------------------------

Para além disso, também, foi analisado o número médio de extensões de cirros por minuto de cada individuo visível por barticle durante o período de alimentação, tendo sido observada uma interação significativa entre os fatores regime alimentar e condições hidrodinâmicas (tabela VIII; figura 27). Porém, os Pair Wise tests aplicados a esta interação não revelaram nenhum padrão definido para ambos os fatores. (tabela VIII; figura 27).

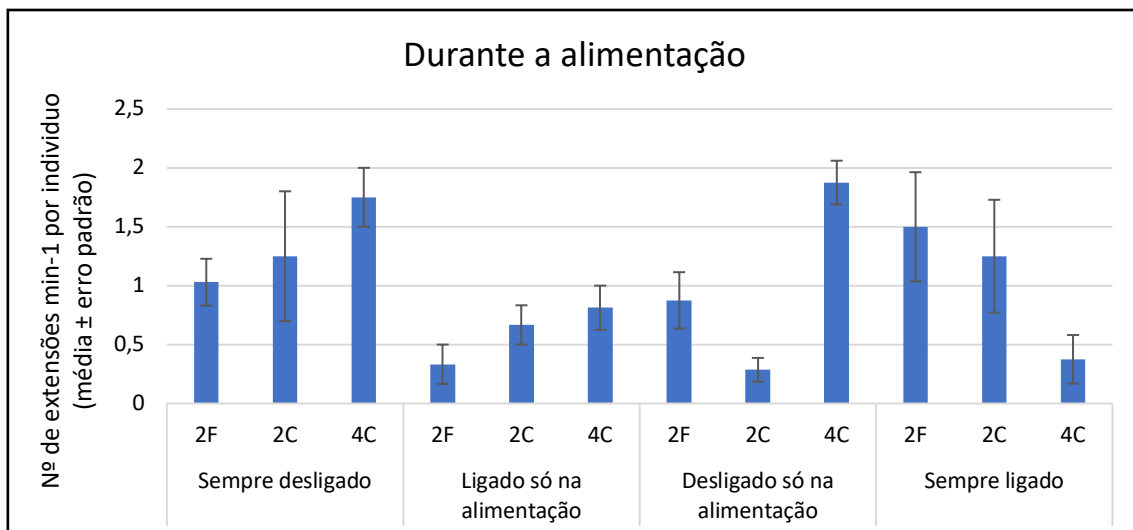


Figura 27. Número médio de extensões por minuto de percebes visíveis por "barticle" (média \pm erro padrão), durante a alimentação relativamente ao fator regime alimentar (2F – alimentação 2 horas e 2 horas no exterior; 2C – alimentação 2 horas; 4C – alimentação 4 horas) e condições hidrodinâmicas (bomba de fluxo sempre desligada, ligada só na alimentação, desligada só na alimentação e sempre desligada).

Tabela VIII. Resultados da análise multivariada de variância com permutações (PERMANOVA) e dos Pair Wise tests relativamente ao número médio de extensões por minuto de percebes visíveis durante a alimentação, em relação aos fatores: condições hidrodinâmicas (Hi); regime alimentar (Ra); $n=2$. Análise efetuada sem transformação dos dados. Legenda: g.l. - graus de liberdade; S.Q. – soma de quadrados; M.Q. – quadrados médios.

Origem da variação	g.l.	S.Q.	M.Q.	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Hi	3	3.158	1.053	1.580	0.208	999
Ra	2	1.297	0.649	0.973	0.365	999
Hi X Ra	6	17.242	2.874	4.312	0.004	998
Residual	73	48.651	0.666			
Total	84	72.753				

SNK	Hi x Ra	Sem padrão definido para ambos os fatores	Valores médios por tratamento

4. Discussão

O presente trabalho permitiu adquirir novas perspetivas para a aquacultura de *P. pollicipes*, abordando questões da viabilidade biológica da produção desta espécie e do seu cultivo em laboratório.

Num estudo anterior (Fernandes, 2018) foi feita uma tentativa de produção de percebes num sistema baseado na obtenção de juvenis fixos em "barticles" colocados no Cabo de Sines e transferidos posteriormente para uma jangada de cultivo localizada no Porto de Sines. Nesse estudo, foi observada a mortalidade total dos percebes transferidos

para a jangada após seis meses ou após um ano da sua transferência. Esta mortalidade foi causada pela incrustação por outras espécies, nomeadamente por cracas e mexilhões (Fernandes 2018). Num primeiro estudo do presente trabalho foi testado um sistema alternativo de cultivo durante seis meses após a transferência dos juvenis do seu habitat natural (Cabo de Sines) para a jangada (Porto de Sines), no qual os percebes alternam entre a jangada, a permanência em condições laboratoriais durante o período de maior incrustação por outras espécies (verão) e o retorno à jangada. Este estudo dividiu-se em duas experiências, tendo a primeira durado entre maio e setembro de 2019 (período primavera/verão), e a segunda entre maio e dezembro de 2019 (período primavera/verão e outono). A sobrevivência, tamanho e crescimento dos percebes foi analisada cerca de 4 meses após a transferência inicial para a jangada (primeira experiência) e cerca de 7 meses após a transferência inicial para a jangada (segunda experiência).

Na primeira experiência, foi observado que a sobrevivência média dos percebes, que se mantiveram durante todo o período primavera/verão na jangada (jangada-jangada) foi de 59% e que a sobrevivência média dos percebes introduzidos na jangada em maio e transferidos para condições laboratoriais (aqualab) em julho e que aí permaneceram até ao final de setembro (jangada-aqualab) foi de 61%, não tendo sido observadas diferenças significativas entre estes dois tratamentos, o que indica que em setembro, as condições de cultivo na jangada permaneciam favoráveis à sobrevivência desta espécie e que o cultivo laboratorial não apresentava vantagens. Estes dados são contrários ao estudo de Fernandes (2018), em que para "*barticles*" transferidos em junho para a jangada, foi observada uma sobrevivência média de cerca de 20% em agosto. Estas diferenças poderão ser explicadas por uma maior intensidade de incrustação por outras espécies no ano (2015) em que foi feito o estudo de Fernandes (2018). Por outro lado, no mesmo período do presente trabalho (maio a setembro), no cabo de Sines foram mantidos "*barticles*" para controlo que apresentaram uma sobrevivência de aproximadamente 85%, contudo este valor pode não se tratar de sobrevivência, mas sim de recrutamento de novos indivíduos, visto que o verão e o outono são os períodos de maior intensidade do recrutamento desta espécie nesta região (Cruz *et al.*, 2000). Com base em estudos anteriores (Cruz *et al.*, 2017), não parece que haja recrutamento na jangada de cultivo, pelo que os valores de sobrevivência encontrados no presente trabalho deverão ser de efetiva sobrevivência e não de chegada de novos indivíduos.

Relativamente ao tamanho (RC) dos percebes, nesta primeira experiência observou-se que os percebes que alternaram entre a jangada e o aqualab no período de primavera/verão (jangada-aqualab) apresentaram um maior tamanho médio (8,7mm de RC) comparativamente com os percebes mantidos na jangada durante todo este período na jangada (6,2mm de RC). Por outro lado, a altura dos percebes foi semelhante entre os dois tratamentos, mas a relação RC/AT foi diferente, tendo os percebes que

permaneceram na jangada sido considerados mais longos dos que alternaram entre sistemas de cultivo. O alongamento dos percebes é uma característica importante na qualidade dos percebes, podendo os percebes mais longos e finos serem considerados de menor qualidade (Cruz *et al.*, 2016). Também o crescimento foi considerado diferente entre os dois tratamentos, tendo os indivíduos que permaneceram sempre no cabo apresentado a taxa de crescimento mensal mais baixa (0.45mm RC), e os percebes que alternaram entre a jangada e o aqualab a taxa de crescimento mais elevada (18mm RC). Os percebes que se mantiveram na jangada cresceram significativamente mais do que os do cabo e significativamente menos dos que alternaram entre a jangada e o aqualab (1.3mm RC). Estes resultados podem indicar que as condições a que os percebes estão sujeitos nos sistemas de cultivo são mais favoráveis ao crescimento desta espécie, como uma maior quantidade de alimento. Porém não existem dados sobre eventuais diferenças na quantidade de alimento entre o cabo e a jangada e seria interessante estudar esta variação em estudos futuros. Por outro lado, estes resultados também evidenciam que em situações de qualidade e quantidade de alimento controladas (condições laboratoriais), os percebes podem crescer mais.

Na segunda experiência do primeiro estudo do presente trabalho, foi monitorizada a sobrevivência, tamanho e crescimento de percebes sujeitos a diferentes tratamentos entre maio (data de transferência dos “*barticles*” para a jangada) e dezembro (data de monitorização (período primavera/verão/outono), na qual existem “*barticles*” que se mantiveram durante todo este tempo na jangada (jangada-jangada-jangada) e “*barticles*” que foram introduzidos na jangada em maio, foram transportados para o aqualab em julho e, novamente, em setembro, voltaram a ser introduzidos na jangada. Nesta experiência, os percebes em “*barticles*” mantidos durante todo este período na jangada tiveram uma sobrevivência média muito reduzida (2%), contudo os percebes que no período do verão estiveram no aqualab (jangada-aqualab-jangada) apresentaram uma sobrevivência média de 64% (média da sobrevivência considerando os percebes de “*barticles*” implantados em 2016 e 2017). Os resultados relativos aos percebes mantidos permanentemente na jangada são semelhantes aos obtidos por Fernandes (2018), ou seja, se não for aplicado nenhum tratamento aos percebes na jangada, a mortalidade em dezembro (6-7 meses após a transferência para a jangada) é quase total. No entanto, os resultados do presente trabalho indicam que é biologicamente viável produzir percebes num sistema alternado de cultivo (jangada-condições laboratoriais-jangada). Contudo, o tamanho médio dos percebes que alternaram o cultivo entre a jangada e o aqualab é de 13mm (RC) ao fim de sete meses na jangada (que para percebes com um máximo de cerca de um ano (“*barticles*” implantados em 2017) ou dois anos (“*barticles*” implantados em 2016) de vida, o que representa que ainda não atingiram o tamanho comercial (maior ou igual a 20 mm segundo Cruz, 2000). Para além disso, apesar de não existir nenhum estudo da viabilidade económica da produção de *P. pollicipes* na jangada

e no laboratório, é de fácil percepção que a produção em laboratório deve apresentar muitos custos potenciais, encarecendo a produção de *P. pollicipes*.

Também nesta segunda experiência foram deixados percebes em “*barticles*” no cabo de Sines como controlo, os quais demonstraram maior crescimento mensal no período do outono (1.6-1.7 mm RC), comparativamente com o período primavera/verão (0.45 mm RC). No caso de percebes que permaneceram na jangada nos mesmos períodos de tempo, esta diferença não parece existir, tendo a taxa de crescimento médio dos percebes da jangada sido de 1.3mm (RC) na primavera/verão e de 1.1 a 1.3 mm RC (consoante os percebes eram de “*barticles* implantados em 2016 ou em 2017) no outono. Este resultado poderá indicar uma maior variação dos fatores que afetam o crescimento dos percebes no habitat natural do que na jangada de cultivo.

Segundo Fernandes (2018) a elevada mortalidade observada em percebes mantidos entre seis meses e um ano após a transferência para a jangada deve-se ao intenso *biofouling* que ocorre no período primavera/verão e outono. Segundo o presente trabalho, a mortalidade dos percebes na jangada parece estar mais relacionada com o crescimento das espécies incrustantes que se fixaram na primavera e verão e com uma potencial maior competição por espaço e alimento que ocorre no outono devido a esse crescimento, pois em setembro não existiam diferenças da sobrevivência entre percebes mantidos na jangada e em sistemas alternados de cultivo. Sendo assim, seria interessante monitorizar a fixação e crescimento do *biofouling* aos longos dos meses. Outra solução encontrada para tentar minimizar este problema na jangada poderia ser a transplantação dos “*barticles*” após o período de verão para placas novas e limpas de incrustações, o que poderia diminuir o efeito negativo dos organismos incrustantes que se fixam nas placas sobre os percebes fixos nos “*barticles*”.

Com base nos resultados do estudo de Torres (2018), o segundo estudo de trabalho consistiu em avaliar dois fatores que podem afetar a produção de *P. pollicipes* em condições laboratoriais: a turbulência e a duração do período de alimentação/regime alimentar.

No estudo de Torres (2018), foi analisado o efeito das condições hidrodinâmicas (fluxo baixo permanente, fluxo médio que correspondia a fluxo elevado apenas durante o período de alimentação, e fluxo elevado permanente) na sobrevivência, tamanho e crescimento de percebes. Nesse estudo, não foram encontradas diferenças na sobrevivência, mas foram encontradas diferenças no tamanho e crescimento dos percebes entre as condições de fluxo baixo e médio e as de fluxo elevado. A teoria sugerida por Torres (2018) baseada em Norton (1996) para estas diferenças foi que a variação do crescimento podia ser devida a diferenças na atividade dos cirros e em diferenças nos gastos de energia na respiração, em que em condições hidrodinâmicas mais elevadas, a extensão dos cirros aumenta os gradientes de concentração de oxigénio

ao redor dos cirros, tornando desnecessário o batimento dos cirros, e havendo menos gasto de energia para a respiração.

Assim, no presente estudo, para além do efeito das condições hidrodinâmicas na sobrevivência, tamanho e crescimento dos percebes, foi também medida a atividade dos cirros medida através do número de extensões (batimentos) por minuto dos percebes sujeitos aos seguintes tratamentos: indivíduos mantidos com a bomba de fluxo sempre desligada (-), sendo o hidrodinamismo reduzido durante toda a experiência; indivíduos mantidos com a bomba de fluxo sempre ligada (+), sendo o hidrodinamismo elevado durante toda a experiência; indivíduos mantidos apenas com a bomba de fluxo a funcionar durante o período de alimentação (+AL); e indivíduos mantidos com a bomba de fluxo desligada apenas no período de alimentação (-AL).

O crescimento medido através do incremento médio mensal de RC foi significativamente diferente entre os quatro níveis de turbulência, sendo mais baixo quando a bomba de fluxo esteve sempre desligada (sem turbulência) (0,41mm RC), e maior quando a bomba de fluxo esteve sempre ligada (turbulência contínua) (1,1mm RC). Pode concluir-se que em condições de fluxo elevado, observa-se efeitos no incremento mensal de RC em *P. pollicipes*, mostrando que esta variável assume valores mais elevados quando existe elevada turbulência. Estes resultados estão de acordo com os dados observados por Torres (2018) que observou um incremento médio mensal de RC de 1,4mm em condições de elevado hidrodinamismo. Tal como em Torres (2018), não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência entre tratamentos de turbulência.

Relativamente à atividade dos cirros, mediu-se o batimento dos cirros antes e durante o período de alimentação e foi observado que antes da alimentação a frequência das extensões dos cirros variou significativamente entre os níveis de turbulência, sendo aproximadamente 4 vezes menor quando a bomba de fluxo estava permanentemente ligada do que quando a bomba de fluxo estava permanentemente desligada. Esta diferença suporta a teoria de Torres (2018) com base em Norton (1996), ou seja, que em condições hidrodinâmicas elevadas, o gradiente de concentração de oxigénio em redor dos cirros aumenta, tornando desnecessário o batimento dos cirros, e havendo menos gasto de energia para a respiração.

Sendo assim, a turbulência contribui positivamente para o crescimento de *P. pollicipes*, visto que há uma maior alocação potencial de energia no crescimento, provavelmente devido a um menor gasto de energia no movimento dos cirros para respiração e, para além disso, à maior assimilação de comida e consecutivamente a uma maior ingestão em condições de maior hidrodinamismo. No período de alimentação, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos.

Um outro aspeto investigado no presente trabalho está relacionado com a possibilidade de existir uma confusão dos resultados apresentados por Torres (2018) devido a uma extensão do período de alimentação em condições hidrodinâmicas elevadas. Na verdade, Torres (2018) definiu o período de alimentação durante duas horas em que era fornecido alimento e durante o qual o sistema de circulação e filtração dos aquários era interrompido, assumindo que após o período de alimentação e quando a circulação e filtração dos aquários era estabelecida, a atividade alimentar cessaria. Contudo, pode ser possível que ainda permaneça alimento durante o período pós-alimentação e que em condições hidrodinâmicas favoráveis, a atividade alimentar se mantenha durante mais algum tempo. Assim, neste estudo, foram considerados três tratamentos relativamente ao fator regime alimentar: período de alimentação de duas horas seguido de duas horas em que os percebes estavam no exterior do aquário em condições de emersão, de modo a garantir que não continuavam a alimentar-se (2F); período de alimentação de duas horas (2C); e período de alimentação de quatro horas (4C). Nesta experiência o período de alimentação consistiu em desligar o sistema de circulação e filtração dos aquários e em fornecer alimento vivo.

Embora o padrão não tenha sido definido, houve um gradiente no crescimento (incremento médio mensal de RC) dos indivíduos nos três regimes alimentares, sendo menor no período de alimentação de duas horas seguido de duas horas em que os percebes estavam no exterior do aquário em condições de emersão, de modo a garantir que não continuavam a alimentar-se (2F) (0,64mm (RC)), intermédio no período de alimentação de duas horas (2C) (0,75mm (RC)) e mais alto no período de alimentação de quatro horas (4C) (0,84mm (RC)). Os resultados indicam que não existem diferenças entre 2F e 2C e entre 2C e 4C, o que por um lado indica que provavelmente o período de alimentação não se prolonga muito quando o sistema de circulação é restabelecido, e que o crescimento não tem uma relação linear com a duração do período de alimentação, parecendo os percebes devem ficar saciados apenas com as duas horas de alimentação, visto que não foi por aumentar o tempo de alimentação para quatro horas que os percebes aumentaram o crescimento.

5. Conclusão

Ao contrário de estudos anteriores, foi observada sobrevivência de percebes cultivados num sistema alternado de cultivo em comparação com o sistema testado em estudos anteriores. No sistema alternado os percebes fixos em “*barticles*” são retirados da jangada durante o período mais intenso de *biofouling* e colocados no laboratório, onde todas as condições são controladas. Desta forma, o presente estudo mostrou resultados promissores da viabilidade biológica no cultivo de *Pollicipes pollicipes*.

Relativamente ao segundo estudo, pode concluir-se que a elevada turbulência contribui positivamente para o crescimento de *P. pollicipes*. Este maior crescimento parece ser devido a uma maior ingestão de alimento em condições mais hidrodinâmicas e a um menor dispêndio de energia na atividade dos cirros que batem menos nestas condições.

6. Referências Bibliográficas

- *Anderson D.T. (1994). Barnacles: structure, function, development and evolution. London, UK. Chapman e Hall, 352pp.
- *Anderson, D. T., & Southward, A. J. (1987). Cirral activity of barnacles. *Barnacle biology*, 135-174.
- *Anderson, M. J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32–46.
- *Anderson, M.J., Gorley, R.N. e Clarke, K.R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- *Barnes, H., & Barnes, M. (1977). Studies on the reproduction of cirripedes. I. Introduction: copulation, release of oocytes, and formation of the egg lamellae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 27(3), 195-218.
- *Barnes, H.; Reese, E.S. (1959). Feeding in the pedunculate cirripede *Pollicipes polymerus* J. B. Sowerby. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 132: 569-585.
- *Barnes, H.; Reese, E.S. (1960). The behaviour of the stalked intertidal barnacle *Pollicipes polymerus* J. B. Sowerby, with special reference to its ecology and gametogenesis. *Journal of Animal Ecology*. 29: 169-185.
- *Barnes, M. (1996). Pedunculate cirripedes of the genus *Pollicipes*. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*.
- *Barnes, M. (1999). The mortality of intertidal cirripedes. *Oceanography and Marine Biology: an annual Review*, 37, 153-244.
- *Belela, N. (2018). Estudo do crescimento, sobrevivência e estratégias de controlo das incrustações, num sistema extensivo de cultivo de *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790) (Master's thesis, Universidade do Algarve).
- *Bernard, F.R. (1988). Potential fishery for the gooseneck barnacle *Pollicipes polymerus* (Sowerby, 1833) in British Columbia. *Fisheries Research*. 6: 287-298.
- *Beveridge, M.C., & Little, D.C. (2002). The history of aquaculture in traditional societies. *Ecological aquaculture. The evolution of the Blue Revolution*, 3-29.
- *Borja, Á.; Liria, P.; Muxika, I.; Bald, J. (2006). Relationships between wave exposure and biomass of the goose barnacle (*Pollicipes pollicipes*, Gmelin, 1790) in the Gaztelugatxe

Marine Reserve (Basque Country, northern Spain). ICES Journal of Marine Science, 63(4), 626-636.

- *Caffey, H.M. (1985). Spatial and temporal variation in settlement and recruitment of intertidal barnacles. *Ecological Monographs*, 55(3), 313-332.
- *Cardoso, A.; Yule, A. (1995). Aspects of the reproductive biology of *Pollicipes pollicipes* (Cirripedia: Lepadomorpha) from the southwest coast of Portugal. Netherlands. *Journal of Aquatic Ecology*, 29: 391-396.
- *Chaffee, J; Lewis, C.S. (1988). Pedunculate barnacle stalk growth. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 124, 145-162.
- *Connell, J. H. (1985). The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 93(1-2), 11-45.
- *Criebeiro, A.P. (2007). Explotacion del percebe, *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1789), na costa do Ortegal. influencia dos factores abioticos, estudo en condicions experimentais da estrutura poboacional. In Departamento de Biologia Animal. Santiago de Compostela, Spain: Universidade de Santiago de Compostela, pp. 64.
- *Cruz, T. (1993). Growth of *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790) (Cirripedia, Lepadomorpha) on the SW coast of Portugal. *Crustaceana*, 65: 151–158.
- *Cruz, T. (2000). Biologia e ecologia do percebe *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790), no litoral sudoeste português.
- *Cruz, T.; Araújo, J. (1999). Reproductive patterns of *Pollicipes pollicipes* (Cirripedia: Scalpellomorpha) on the southwestern coast of Portugal. *Journal of Crustacean Biology*, 19: 260-267.
- *Cruz, T.; Castro, J.; Hawkins, S.J. (2010). Recruitment, growth and population size structure of *Pollicipes pollicipes* in SW Portugal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 392: 200-209.
- *Cruz, T.; Fernandes, J.N.; Jacinto, D.; Seabra M.I.; Silva. T; Castro, J.J. (2016). AQUAPOLLIS: Viabilidade biológica e económica da aquacultura de percebe (*Pollicipes pollicipes*) em Portugal (Relatório final do projeto piloto 31-03-05-FEP- 46). Parte I: Estudo da viabilidade biológica. Universidade de Évora, 92.
- *Cruz, T.; Fernandes, J.N.; Jacinto, D.; Seabra M.I.; Silva. T.; Castro, J.J. (2017). AQUAPOLLIS+ Aquacultura do percebe (*Pollicipes pollicipes*) (ALT20-03-0145-FEDER-000003). Relatório de progresso. Universidade de Évora, 27.
- *Cruz, T.; Fernandes, J.N.; Van Syoc, R.J.; Newman, W.A. (2015). Ordens Lepadiformes, Scalpelliformes, Verruciformes e Balaniformes. *Revista Ibero Diversidad Entomológica*, 99: 1-12.
- *Cruz, T.; Hawkins, S.J. (1998). Reproductive cycle of *Pollicipes pollicipes* at Cabo de Sines, south-west coast of Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 78: 483-496.

- * Darwin, C. (1951). A monograph on the subclass Cirripedia, with figures of all the species. The lepatidae; or pedunculated cirripedes. London: The Ray Society.
- * DGRM. (2013). Plano estratégico para a aquicultura portuguesa 2014-2020. Disponível em: https://www.dgrm.mm.gov.pt/xportal/xmain?xpid=dgrm&xpgid=genericPageV2&conteudoDetalhe_v2=3319368
- * Fairweather, P.G. (1991). Implications of 'supply-side' ecology for environmental assessment and management. Trends in ecology & evolution, 6(2), 60-63.
- * FAO (2016). The state of the world fisheries and aquaculture 2016. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- * Fernandes, J. (2018). Recruitment of the stalked barnacle *Pollicipes pollicipes* on an artificial substratum ("barticle") and transfer to an extensive system of production: success techniques and pitfalls (Master's thesis, Universidade de Évora).
- * Fernandes, J.N.; Cruz, T.; Van Syoc, R. (2010). *Pollicipes caboverdensis* sp. nov. (Crustacea: Cirripedia: Scalpelliformes), an intertidal barnacle from the Cape Verde Islands. Zootaxa. 2557: 29-38.
- * Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., de Nys, R., 2012. The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research. 28: 649-669.
- * Franco, S.C. (2014). Aquaculture of stalked barnacles (*Pollicipes pollicipes*).
- * Goldberg, H. (1984). Posibilidades de cultivo de percebe, *Pollicipes cornucopia* Leach, en sistemas flotantes. Informes Técnicos del Instituto Español de Oceanografía. 19: 1-13.
- * Goldberg, H., (1985). An investigation of the feasibility of gooseneck barnacle mariculture (*Lepas anatifera*). The University of British Columbia. Dissertação de mestrado, 108.
- * Grosberg, R.K. (1982). Intertidal zonation of barnacles: the influence of planktonic zonation of larvae on vertical distribution of adults. Ecology, 63(4), 894-899.
- * Helms, A.R. (2004). Living on the edge: juvenile recruitment and growth of the gooseneck barnacle *Pollicipes polymerus*. Universidade de Oregon, Dissertação de mestrado, 107.
- * Hoffman, D.L. (1984). Size-frequency distribution patterns of the juvenile stages of the pedunculate barnacle, *Pollicipes polymerus* Sowerby, 1833 (Cirripedia, Lepadomorpha). Crustaceana, 46: 295-299.
- * Hoffman, D.L. (1989). Settlement and growth of the patterns of a pedunculate barnacle, *Pollicipes polymerus*, Sowerby, off La Jolla, California. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 125, 98.
- * Jacinto, D.; Cruz, T.; Silva, T.; Castro, J.J. (2010). Stalked barnacle (*Pollicipes pollicipes*) harvesting in the Berlengas Nature Reserve, Portugal: temporal variation and validation of logbook data. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 67: 19–25.

- * Jacinto, D.; Cruz, T.; Silva, T.; Castro, J.J. (2011). Management of the stalked barnacle (*Pollicipes pollicipes*) Fishery in the nature reserve of Berlengas (Portugal): evaluation of bag and size limit regulation measures. *Scientia Marina* 75: 439- 445.
- * Jacinto, D.; Penteado, N.; Pereira, D.; Sousa, A.; Cruz, T. (2015). Growth rate variation of the stalked barnacle *Pollicipes pollicipes* (Crustacea: Cirripedia) using calcein as a chemical marker. *Scientia Marina*, 79(1), 117-123.
- * Lauzier, R.B. (1999). A review of the biology and fisheries of the goose barnacle (*Pollicipes polymerus* Sowerby, 1833). Research Document. C. S. A. Secretariat. 111 pp.
- * Lewis, C.A. (1981). Juvenile to adult shift in feeding strategies in the pedunculate barnacle *Pollicipes polymerus* (Sowerby) (Cirripedia, Lepadomorpha). *Crustaceana*. 41: 14-20.
- * López, D.A.; López, B.A.; Pham, C.K.; Isidro, E.J.; Girolamo, M. (2010). Barnacle culture: background, potential and challenges. *Aquaculture Research*. 41(10): e367–e375.
- * Macho, G. (2006). Ecología reproductiva y larvaria del percebe y otros cirrípedos en Galicia. Universidade de Vigo, Espanha, Tese de Doutoramento.
- * Mateus, D.J.R. (2017). Variabilidade espacial e temporal do recrutamento de *Pollicipes pollicipes* na região de Sines.
- * Meese, R.J. (1993). Effects of predation by birds on gooseneck barnacle *Pollicipes polymerus* Sowerby distribution and abundance. *Journal of Experimental Marine Biology*, 26, 303-311.
- * Minchinton, T. E.; Scheibling, R. E. (1991). The influence of larval supply and settlement on the population structure of barnacles. *Ecology*, 72(5), 1867-1879.
- * Molares, J. (1994). Estudio del ciclo biológico del percebe (*Pollicipes cornucopia* Leach) de las costas de Galicia. Xunta de Galicia, 133pp.
- * Molares, J.; Freire, J. (2003). Development and perspectives for community-based management of the goose barnacle (*Pollicipes pollicipes*) fisheries in Galicia (NW Spain). *Fisheries Research*, 65(1-3), 485-492.
- * Molares, J.; Tilves, F.; Quintana, R.; Rodríguez, S; Pascual, C. (1994). Gametogenesis of *Pollicipes cornucopia* (Cirripedia: Scalpellomorpha) in north-west Spain. *Marine Biology*, 120: 553-560.
- * Moran, A. (2000). Calcein as a marker in experimental studies newly-hatched gastropods. *Marine Biology*, 137, 893-898.
- * Morris, R.J.; Barnes, H. (1975). Variation sin lipid composition of cirripeds with respect to species, geographical location and temperature. In *9th European Marine Biology Symposium*. (H Barnes, ed). Aberdeen (UK): Aberdeen University Press, pp. 661-672.
- * Norton, R.J. (1996). Feeding and energetic relationships of *Pollicipes pollicipes* (Gemlin, 1790) (Cirripedia: Lepadomorpha) (Doctoral dissertation, University of Wales, Bangor).
- * Page, H.M. (1986). Differences in population structure and growth rate of the stalked barnacle *Pollicipes polymerus* between a rocky headland and an offshore oil platform. *Marine Ecology Progress Series*, 29, 164.

- *Parada, J.; Outeiral, R.; Iglesias, E.; Molaes, J. (2012). Assessment of goose barnacle (*Pollicipes pollicipes*, Gmelin, 1789) stocks in management plans: design of a sampling program based on the harvesters' experience. *ICES Journal of Marine Science*, 69: 1840-1849.
- *Petersen, J.A.; Fyhn, H.J.; Johansen, K. (1974). Eco-physiological studies of an intertidal crustacean, *Pollicipes polymerus* (Cirripedia, Lepadomorpha): aquatic and aerial respiration. *Journal of Experimental Biology*, 61, 309-320.
- *Philips, N. (2005). Growth of filter-feeding benthic invertebrates from a region with variable upwelling intensity. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 79-89.
- *Pineda, J. (1991). Predictable upwelling and the shoreward transport of planktonic larvae by internal tidal bores. *Science*, 253, 548-550.
- *Pineda, J. (2000). Linking larval settlement to larval transport: assumptions, potentials, and pitfalls. *Oceanography of the eastern Pacific*, 1(2000), 84-105.
- *Rivera, A.; Gelcich, S.; García-Florez, L.; Alcázar, J. L.; Acuña, J.L. (2014). Co-management in Europe: Insights from the gooseneck barnacle fishery in Asturias, Spain. *Marine Policy*, 50, 300-308.
- *Sestelo, M.; Roca-Pardiñas, L. (2011). A new approach to estimation of the length-weight relationship of *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1789) on the Atlantic Coast of Galicia (Northwest Spain): Some aspects of its biology and management. *J. Shellfish Res*, 30, 939-948.
- *Sousa, A.; Jacinto, D.; Penteado, N.; Martins, P.; Fernandes, J.; Silva, T.; ... Cruz, T. (2013). Patterns of distribution and abundance of the stalked barnacle (*Pollicipes pollicipes*) in the central and southwest coast of continental Portugal. *Journal of sea research*, 83, 187-194.
- *Torres, A. (2018). Crescimento e sobrevivência do percebe *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790) em condições laboratoriais (Master's thesis, Instituto Politécnico de Leiria, Peniche).
- *Underwood, A.J.; Fairweather, P.G. (1989). Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends in Ecology & Evolution*, 4(1), 16-20.
- *Walley, L.J.; White, F.; Brander, K.M. (1971). Sperm activation and fertilization in *Balanus balanoides*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 64, 687-698.
- *Wootton, J.T. (1992). Indirect effects, prey susceptibility, and habitat selection: impacts of birds on limpets and algae. *Ecology*, 73, 981-991.