



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**AQUICULTURA MULTITRÓFICA: CRESCIMENTO DAS MACROALGAS
KAPPAPHYCUS ALVAREZII E *HYPNEA MUSCIFORMIS* NO CULTIVO DO
CAMARÃO MARINHO *LITOPENAEUS VANNAMEI***

ARTUR LUDERMIR DE OLIVEIRA

Recife, 2021

ARTUR LUDERMIR DE OLIVEIRA

**AQUICULTURA MULTITRÓFICA: CRESCIMENTO DAS MACROALGAS
KAPPAPHYCUS ALVAREZII E *HYPNEA MUSCIFORMIS* NO CULTIVO DO
CAMARÃO MARINHO *LITOPENAEUS VANNAMEI***

Relatório do Estágio Supervisionado
Obrigatório apresentado como requisito para
a obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia de Pesca na Universidade
Federal Rural de Pernambuco

Orientadora: Profa. Dra. Danielli Matias de
Macêdo Dantas

Recife, 2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, Teresa e Wilson, que deram todo o suporte e amor necessários para eu chegar onde estou, sem eles não teria conseguido.

Agradeço a minha companheira de vida e amiga inseparável, Beatriz, por nunca me deixar desistir e sempre me incentivar correr atrás dos meus sonhos e objetivos

Agradeço à minha orientadora Danielli, por aceitar me orientar, confiando plenamente no meu potencial mesmo sem me conhecer pessoalmente.

Agradeço a minha família, pelo carinho e confiança em mim depositado, em especial a minha avó Glauce e meu irmão Rodrigo que sempre estiveram comigo.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso, a todos que tive o privilégio de conviver, trabalhar e estudar, em especial a Pedro, Júlio, Gabriel, João Victor, Marília, Victor, Daniel, Yago, Dennys e Anderson que fizeram parte do meu crescimento pessoal e profissional durante todos esses anos de curso

Agradeço a todo corpo docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial a todo corpo de professores e funcionários do Departamento de Pesca e Aquicultura que contribuem orientando, auxiliando, aconselhando e desenvolvendo novos profissionais da área.

Agradeço a coordenação do curso de Engenharia de Pesca, que mesmo durante uma das maiores pandemias globais, não poupou esforços para ajudar os alunos com qualquer assunto que seja.

Agradeço a todo o corpo de funcionários da Fazenda Santa Helena, na qual eu realizei meu estágio, em especial a Cassiano e a Joelson (Dé), que não deixaram faltar nada durante a minha estadia na propriedade e que sempre se mostraram presentes para sanar minhas dúvidas e auxiliar meu aprendizado

A todos meu muito obrigado!

Resumo

O Estágio supervisionado obrigatório (ESO) tem como objetivo preparar o acadêmico para atuar no mercado de trabalho, permitindo aplicar na prática, conceitos teóricos adquiridos durante a graduação, assim como fazer o aluno vivenciar e conhecer as dificuldades enfrentadas em unidades aquícolas de produção. Este relatório refere-se à realização do ESO na fazenda Santa Helena, pertencente a Camares-Camarões Marinhos Ltda, localizada na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente no município de Caiçara do Norte, durante o período de outubro a dezembro de 2021. Durante o estágio foram realizadas atividades relacionadas ao cultivo e manejo de macroalgas marinhas, de forma experimental, com o intuito de aferir o crescimento e realizar o manejo destas nos viveiros de cultivo do camarão marinho. O projeto desenvolvido no estágio teve como objetivo principal aferir o crescimento da *Kappaphycus alvarezii* e *Hypnea musciformis* em três diferentes estruturas de cultivos (Rede Tubular, Corda e Travesseiro) em torno das instalações da propriedade, durante 4 semanas. Foram avaliados os parâmetros de Ganho Total de Biomassa em grama (GTB), Crescimento Total (CT) e a Taxa de Crescimento Relativo diário e semanal (TCR). No período de estágio também foi possível auxiliar e acompanhar as mais diversas atividades que ocorrem em uma fazenda de camarão marinho, como por exemplo: aplicação do bokashi, calagem dos viveiros, recebimento de pós larvas, manutenção do canal de abastecimento, povoamento do viveiro, assim como as demais atividades rotineiras. Os melhores resultados para a espécie *K. alvarezii* foram: 2850 g de GTB, 475% de CT, 6,25 % de TCR diária de 43,73% de TCR semanal, cultivada em estrutura de corda na lagoa de captação. Para a espécie *H. musciformis* foram observados os resultados de 1600 g de GTB, 266,67% de CT, 4,64% de TCR diária e 32,48% de TCR semanal cultivada em estrutura de travesseiro na lagoa de captação. Desse modo, foi possível confirmar o quanto uma gestão sustentável aplicada em uma fazenda de carcinicultura é importante, pois com a biorremediação das algas, além de diminuir os impactos ambientais para os agroecossistemas, também se mostrou possível manter uma boa produtividade de camarão nos viveiros. Devido ao crescimento encontrado das macroalgas em questão, também vale a pena considerar a possibilidade, de que no futuro, o cultivo de algumas dessas espécies de algas tenha resultados promissores região Nordeste, possibilitando assim um surgimento de uma atividade economicamente promissora.

Palavras chaves: Macroalgas, Cultivo multitrófico, *Kappaphycus alvarezii*, *Hypnea musciformis*, *Litopenaeus vannamei*, Agroecossistemas sustentáveis

Abstract

The obligatory supervised internship (ESO) aims to prepare students to work in the job market, allowing them to apply theoretical concepts acquired during under graduation course in practice. OSI also allows student to experience and learn about the difficulties faced in aquaculture production units. This report refers to the realization of the ESO at the Santa Helena farm, belonging to Camares-Camarões Marinhos Ltda, located in the coastal zone of the state of Rio Grande do Norte, more specifically in the city of Caiçara do Norte, during the period from October to December of 2021. During the internship, activities related to the cultivation and management of marine macroalgae were carried out, in an experimental manner, in order to measure macroalgae growth and carry out macroalgae management in the marine shrimp ponds. The project developed during the internship had as main objective to measure the growth of *Kappaphycus alvarezii* and *Hypnea musciformis* in three different cultivation structures (Tubular Net, Rope and Pillow) around the property's facilities in a 4 weeks period. The parameters of Total Biomass Gain in gram (GTB), Total Growth (CT) and Daily and Weekly Relative Growth Rate (TCR) were evaluated. During the internship period, it was also possible to assist and monitor the most diverse activities that take place in a marine shrimp farm, such as: application of bokashi, liming the nurseries, receiving post larvae, maintenance of the supply channel, population of the nursery, as well as other routine activities. The best results for the species *K. alvarezii* were: 2850g of GTB, 475% of CT, 6.25% of daily TCR and 43.73% of weekly TCR, grown in rope structure in the catchment pond. For the species *H. musciformis*, the results of 1600g of GTB, 266.67% of TC, 4.64% of daily TCR and 32.48% of weekly TCR cultivated in a pillow structure in the catchment pond. In this way, it was possible to confirm how important a sustainable management applied in a shrimp farm is, because with the bioremediation of algae, in addition to reducing the environmental impacts on agroecosystems, it was also possible to maintain a good productivity of shrimp in the nurseries. Due to the growth found of the macroalgae in question, it is also worth considering the possibility that, in the future, the cultivation of some of these algae species will have promising results in the Northeast region, thus enabling the emergence of an economically promising activity.

Keywords: Macroalgae, Multitrophic aquaculture, *Kappaphycus alvarezii*, *Hypnea musciformis*, *Litopenaeus vannamei*, Sustainable agroecosystems

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização Geográfica da Fazenda Santa Helena	16
Figura 2 - Informações do Empreendimento – IDEMA	17
Figura 3 - Vista aérea da Fazenda Santa Helena	18
Figura 4 – Estrutura de cultivo em Corda	19
Figura 5 – Estrutura de cultivo em Travesseiro	20
Figura 6 – Estrutura de cultivo em Rede tubular com <i>K. alvarezii</i>	20
Figura 7 - Local aproximado (viveiro 1)	21
Figura 8 – Apresentação do Viveiro1	22
Figura 9 - Local aproximado do canal de abastecimento, onde os experimentos foram realizados	22
Figura 10 - Canal de abastecimento	23
Figura 11 – Local aproximado da lagoa de captação, onde os experimentos rodaram	23
Figura 12 - Lagoa de captação	24
Figura 13 - Macrozoobentos presente nas telas mosquiteiras da Camares	25
Figura 14 - Amphipode coletado diretamente de um cacho de <i>K. alvarezii</i> do viveiro 1	25
Figura 15 - Telas mosquiteiras de polietileno instaladas pelo canal de distribuição	26
Figura 16 - <i>K. alvarezii</i> cobertas por matéria orgânica	40
Figura 17 - Presença marcante das algas <i>Ulva intestinalis</i> e <i>Ulva lactuca</i> nos travesseiros de cultivo do experimento	41
Figura 18 - Excesso de matéria orgânica acumulada no canal de abastecimento	41

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultados da biometria no viveiro 1	30
Tabela 2 – Resultados da biometria no canal de abastecimento	34
Tabela 3 – Resultados da biometria na lagoa de captação	39

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Crescimento total no viveiro 1	28
Gráfico 2 – TCR diária no viveiro 1	28
Gráfico 3 – TCR semanal no viveiro 1	29
Gráfico 4 – Crescimento total no canal de abastecimento	32
Gráfico 5 – TCR diária no canal de abastecimento	32
Gráfico 6 – TCR semanal no canal de abastecimento	33
Gráfico 7 – Crescimento total na lagoa de captação	36
Gráfico 8 – TCR diária na lagoa de captação	36
Gráfico 9- TCR semanal na lagoa de captação	37

Sumário

1. Introdução	10
2. Fundamentação Teórica	12
2.1 Cultivo do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i>	12
2.2 Algicultura	13
2.3 Cultivos Multitróficos	14
3. Identificação do Estágio	16
3.1 Local do estágio	16
3.2 Caracterização da Empresa	17
4. Atividades Desenvolvidas	19
4.1 Crescimento das macroalgas <i>Kappaphycus Alvareizi</i> e <i>Hypnea musciformis</i>	19
4.2 Cultivo de amphipodes	24
4.3 Resultados dos Experimentos e Discussão	26
4.3.1 Viveiro 1	27
4.3.2 Canal de Abastecimento	31
4.3.3 Lagoa de captação	35
4.4 Dificuldades Encontradas	39
5. Considerações Finais	42
Referencias	44

1.Introdução

A aquicultura é uma atividade que consiste na produção de organismos aquáticos em ambientes semi controlados ou controlados. É uma prática bastante antiga, existem relatos de civilizações que cultivaram tilápia e carpa há milhares de anos, como por exemplo os egípcios e os chineses, respectivamente na linha cronológica. Mesmo não sendo os mais antigos, os chineses são considerados os principais responsáveis pela difusão da aquicultura no mundo, devido a vasta quantidade de conteúdo produzido por eles durante os anos das Dinastias Chinesas entre os séculos V e XVIII (NASH, 2011)

O consumo destes organismos aquáticos vem aumentando em uma taxa média anual de 3,1% de 1961 a 2017, o dobro da taxa anual mundial de crescimento populacional (1,6%) para o mesmo período, e superior a taxa de crescimento para o consumo de outras fontes de proteína animal (carne, laticínios, leite), que aumentou 2,1% ao ano. O consumo per capita de peixe, por exemplo, cresceu de 9,0 kg em 1961 para 20,5 kg em 2018, totalizando um crescimento de 1.5% ao ano (FAO, 2020).

A produção aquícola é considerada uma alternativa à pesca extrativista, pois esta não consegue suprir o possível aumento das demandas existentes no mercado, assim, há uma tendência significativa para o crescimento da atividade (CREPALDI et al., 2006). Por ofertar boas fontes de proteína, obtida em um curto espaço de tempo, este aumento da atividade pode ser atribuído ao fato de a aquicultura ser considerada como uma estratégia para a segurança alimentar mundial (SILVA et al., 2013).

Em 2018 tivemos um recorde mundial histórico de 114,5 milhões de toneladas produzidos pela aquicultura no mundo, sendo 82,1 milhões de pescado e 32,4 milhões de algas. Deste índice de toneladas para pescados, 54,3 milhões foram de peixes, 17,7 milhões de moluscos e bivalves e 9,4 milhões de crustáceos (FAO, 2020).

No Brasil, o comportamento da produção de pescado foi semelhante ao observado mundialmente, com a estagnação do volume de captura e crescimento vertiginoso da aquicultura a partir da década de 2000. Considerando apenas os dados mais recentes da FAO (2020), que correspondem ao período de 2010 a 2018, a aquicultura cresceu 4,94% ao ano, enquanto a pesca se retraiu em -1,18% ao ano. Em 2010, a aquicultura respondia por 34% da produção total de pescados, em 2018, chegou a 46%, e o valor da produção chegou a US\$ 1,35 bilhão. Neste ritmo, em 2021 projeta-se produção superior a 706 mil toneladas da aquicultura, passando a representar 51% da produção pesqueira total do País.

A região nordeste é conhecida nacionalmente por ser uma grande produtora camarão, tanto marinho (*Litopenaeus vannamei*) quanto de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*), em 2020 foram registradas 63,2 mil toneladas dos dois tipos de camarão foram produzidos no Brasil, sendo 62,9 mil produzidos só na região Nordeste, totalizando 99,6% do total nacional (IBGE, 2020.) No cultivo de camarão um dos principais entraves econômicos é a demanda proteica na dieta alimentar do animal. No ponto de vista dos entraves ambientais temos o manejo dos nutrientes da água de cultivo, que geralmente fica carregada de compostos nitrogenados que podem causar enfermidades aos animais (MAIA et al., 2012).

Portanto, existe uma necessidade de reduzir os impactos ambientais gerados pela aquicultura, para isso formas mais inteligentes de utilização dos recursos vêm sendo analisadas. Visando uma diminuição de prejuízos financeiros e ambientais o mercado busca sistemas sustentáveis, utilizando a intervenção de macroalgas que favorecem a biossegurança dos cultivos. Levando essas práticas em consideração, o estágio supervisionado obrigatório teve como objetivo unir os conhecimentos teóricos da

graduação com a rotina prática no setor de produção aquícola, a fim de possibilitar um aprofundamento no cultivo multitrófico das macroalgas *K. alvarezii* e *H. musciformis* em uma fazenda de camarão marinho.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*

Os camarões peneídeos, são um dos organismos aquáticos comercialmente mais interessantes para se produzir, tendo em vista o pouco tempo necessário para maturar o animal, possibilitando assim a realização de vários ciclos por ano em unidades aquícolas e também seu ótimo valor de mercado. Dentre os camarões peneídeos, destaca-se principalmente o *Litopenaeus vannamei* que é considerada a espécie mais cultivada e possui grande importância na América Latina e na Ásia (ROJAS e ALFARO, 2007).

O *L. vannamei* é um animal onívoro, que se alimenta tanto de fito quanto de zooplâncton nos estágios larvais e pós-larval. A espécie é reconhecida como osmorreguladora, sendo considerada eurialina, tolerando rápidas e amplas flutuações na salinidade. Em condições de cultivo, as maiores taxas de crescimento desse camarão foram observadas em salinidades entre 25 e 30 ppt e temperaturas entre 23 e 30°C (COZER & ROSSI, 2016).

Introduzido no Brasil na década de 1980, o *L. vannamei*, segundo Barbieri e Ostrensky (2002), demonstrou um desempenho zootécnico muito interessante em águas brasileiras, pois apresentava uma resistência elevada a variações ambientais, taxa de crescimento elevada, ótima sobrevivência e um pacote tecnológico já desenvolvido. No entanto, só foi na década de 90 que a espécie se consolidou como a principal espécie de camarão marinho produzida no país (ABRUNHOSA, 2011).

O *L. vannamei* contribuiu para firmar, o que os estudiosos da área chamam de segunda fase do cultivo comercial de camarão marinho no Brasil, que se iniciou em meados 1995 depois que se dominou a produção em laboratório da pós-larva do animal. Com esse domínio, a produção nacional de camarão aumentou bastante, chegando a atingir 90 mil toneladas no ano de 2003, com 64,81 % desta produção, sendo destinada para exportação (ABRUNHOSA, 2011). Ocorreu também um crescimento considerável nas áreas de produção, partindo de pouco mais de 3.000 ha para mais de 8.000 ha, durante o ano de 1996 até o ano de 2001, bem como, houve um incremento na produção de quase 3.000 toneladas para 40.000 toneladas (BORGHETTI et al., 2003).

O pico da produção veio no ano de 2003, onde o Brasil produziu cerca de 90 mil toneladas. Segundo Sanches et al (2008), entre os anos de 1998 e 2003, a carcinicultura brasileira cresceu em ritmo acelerado, obtendo taxas de crescimento superiores a 60% ao ano. O volume produzido de camarão começou a decair a partir de 2004, inicialmente devido às enfermidades, em particular a infecção causada pelo vírus da Mionecrose Infeciosa (IMNV) e a Mancha Branca (WSS), que rapidamente se espalharam pela região Nordeste, maior polo produtor. Outro fator, de ordem econômica, também influenciou a queda de produção, a desvalorização do dólar americano frente à moeda brasileira, ocorrida a partir do segundo semestre de 2003 (NATORI et al, 2011).

Nos anos seguintes a produção manteve-se na faixa das 50-60 mil toneladas de camarão por ano. Já em 2020 a produção foi 63,2 mil toneladas, sendo 62,9 mil toneladas produzidas somente na região nordeste, totalizando 99,6% do total nacional onde podemos destacar os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará, com 34,8% e 33,2% do volume total nacional, respectivamente (IBGE, 2020).

2.2 Algicultura

As algas marinhas desempenham um papel fundamental nos ecossistemas aquáticos, formando a base energética da teia alimentar de todos os organismos que neles habitam. Entre os diversos benefícios que as macroalgas marinhas trazem estão, a mitigação da eutrofização, o sequestro de carbono, a melhoria na acidificação dos oceanos, bem como a proveniência de habitats, e a proteção da costa (FAO, 2021).

Além disto, as algas marinhas tem utilidades nas mais diversas áreas, desde a alimentação, consumindo-as na sua forma fresca, até nas grandes indústrias como na de suplementos alimentar e nutracêuticos, ração de animais, produtos farmacêuticos, cosméticos, produtos têxteis, biofertilizantes, bioembalagens e biocombustíveis (MC HUGH, 2003; FAO, 2018). No entanto, o conhecimento da contribuição das algas marinhas nestes produtos é pouco disseminado, e geralmente fica restrito aos próprios produtores de algas e a comunidade científica, deixando a população em geral leiga no assunto (FAO, 2021).

Com o descobrimento das suas diversas contribuições para a saúde humana, assim como a manutenção sustentável dos ecossistemas e a sua grande importância comercial, a produção de macroalgas e microalgas no mundo vem se tornando um investimento cada vez mais popular e, segundo o levantamento da FAO em 2019, todas as algas representaram cerca de 30% dos 120 milhões de toneladas de toda a produção aquícola mundial. Sendo respectivamente, as algas vermelhas (Rodophyta) e marrons (Phaeophyceae), o segunda e terceiro maiores grupos de espécies cultivados na aquícultura global, ficando atrás somente dos ciprinídeos como carpas e barbilhões (FAO, 2021).

Mesmo ainda sendo commodities de baixo valor, dos US\$ 275 bilhões gerados através da produção da aquícultura global no ano de 2019 as algas representaram 5,4%, ainda assim esta parcela consegue ser maior do que a parcela representada por Tilápias e outros ciclídeos, perdendo somente para quatro grupos de espécies: ciprinídeos, camarões marinhos e de água doce, salmões e trutas, e lagostas (FAO, 2021).

Na década de 70, a produção mundial de algas marinhas foi de 2,2 milhões de toneladas, sendo dividido igualmente entre algas cultivadas e algas coletadas. Meio século depois, a coleta em habitat natural permaneceu 1,1 milhões de toneladas, enquanto o cultivo aumentou para 34,7 milhões de toneladas, o que representou 97 % da produção mundial de algas marinhas (CAI et al, 2021). No entanto, existe um forte desequilíbrio regional quando nos referimos a onde está sendo produzidas estas algas marinhas. Em 2019 a produção de algas marinhas na Ásia representou 97,4 % da produção mundial, e sete dos dez principais países produtores de algas foram do Leste ou Sudeste Asiático (FAO, 2021), o que evidencia que este mercado ainda tem muito o que evoluir, principalmente em países do ocidente, como por exemplo, o Brasil.

Em 2019 as algas vermelhas representaram 52,6% do cultivo total de macroalgas do planeta em questão de peso e 47,6% em termo de valor. O cultivo global de macroalgas vermelhas aumentou de 21 mil toneladas em 1950 para 18.3 milhões de toneladas em 2019, com um crescimento anual de 10,3%. Dentre as algas vermelhas mais cultivadas estão dois gêneros de águas quentes (*Kappaphycus/Eucheuma e Gracilária*) e um gênero de água fria (*Porphyra*) (FAO, 2021).

As algas vermelhas são ricas em carragenana, substância que possui um alto valor de mercado. As carragenanas, em geral vendidas sob o nome comercial de *carragenina*, são utilizadas há centenas de anos como aditivos para produtos

alimentares, em especial como estabilizantes e como clarificantes de bebidas e como uma alternativa vegetariana e vegana às gelatinas de origem animal (FAO, 1990). As carragenanas são divididas em três grupos de grande interesse comercial, cada um com propriedades e aplicações diferentes: lambda carragena (l), kappa carragena (k) e iota carragena (i). Elas são utilizadas na indústria farmacêutica, cosmética, de tintas e, principalmente, na indústria alimentícia, conferindo propriedades estabilizantes e gelificantes aos alimentos (FACCINI, 2007). Devido à sua particular reatividade com a proteína do leite (caseína), é utilizada em uma grande quantidade de produtos, como em sorvetes, queijos, pudins, iogurtes, gelatinas, produtos de padarias, alimentos dietéticos, temperos e molhos. Além disso, são utilizadas como encorpadores de xaropes, em pastas de dentes, preparações de drogas e loções. Na área da biotecnologia, em imobilização de sistemas, também são utilizadas. *Eucheuma* e *Kappaphycus* respondem por quase 90% da produção mundial de matéria-prima empregadas na extração de carragenas (FACCINI, 2007).

No Brasil as duas espécies utilizadas como matéria prima para produção de carragena são a alga exótica *K. alvarezii* e a nativa *H. musciformis* (PAULA *et al.*, 2001; REIS *et al.*, 2006). Entretanto, os estoques naturais de *H. musciformis* são limitados, apesar de ser uma espécie de ampla distribuição no litoral brasileiro (PAULA *et al.*, 2001, 2002). Além disso, embora a espécie apresente alta taxa de crescimento (REIS *et al.*, 2003, 2006), seu cultivo é tecnicamente menos simples que o de *K. alvarezii* (OLIVEIRA FILHO, 2005).

O potencial de crescimento diário de *H. musciformis* é inquestionável, tanto nos estudos de Ganesan (2006), em que as algas cresceram 11,2% ao dia, quanto nos de Faccini & Berchez (2000) e de Lima (2001), ambos realizados no Brasil, em que a taxas de crescimento diários variaram entre 11% até valores máximos de 21%. Essas taxas são superiores às obtidas para outras algas como *K. alvarezii* (9,99%, ESWARAN *et al.*, 2002), *Gracilaria edulis* (5%, SUBBARAMAIAH & THOMAS, 1990) e *Gracilaria acerosa* (1,5%, SUBBARAMAIAH & BANUMATHI, 1992).

No Nordeste, os resultados das pesquisas sobre o cultivo em mar aberto de *K. alvarezii*, ainda são controversos. Castelar *et al.* (2015) afirma que as áreas costeiras da região possuem um alto risco de proliferação e invasão da alga, caso o manejo seja feito de forma inadequada, causando assim um grave risco de desequilíbrio ambiental. No entanto, estudos realizados na Paraíba por Araújo (2013) indicaram que a alga não apresentou potencial invasor pois a sua presença no local analisado foi mínima. É recomendado por ambos trabalhos uma continuação nos estudos, tendo como objetivo o aprofundamento no tópico.

Segundo o Art. 14º da resolução do CONAMA 413, de 26 de julho de 2009 (BRASIL, 2009) a *K. alvarezii* só pode ser cultivada no Brasil se constar algum ato normativo federal que autorize tal prática. Portanto, devido ao caráter exótico da alga, esta tem cultivo proibido no Nordeste até segunda instância. No entanto é possível conseguir uma licença de produção com fins científicos através de uma solicitação formal ao ICMBIO/SISBIO

2.3 Cultivos Multitróficos

A maior parte dos cultivos de camarão no Brasil são monocultivos, onde somente a parte bentônica da coluna d'água é aproveitada comercialmente, pois é neste nível

da coluna d'água que os camarões habitam. Geralmente estes monocultivos utilizam algum sistema de troca parcial de água, contudo esse manejo adotado gera desperdício do recurso hídrico e poderá tornar-se fonte de poluição ambiental (HOPKINS et al., 1993). Portanto a necessidade de se reduzir os impactos ambientais nos cultivos é crescente, para isso formas mais racionais de utilização dos recursos vêm sendo analisadas. Visando uma diminuição de prejuízos financeiros e ambientais o mercado busca sistemas sustentáveis que tragam biossegurança aos cultivos e melhor manejo (MAIA et al., 2012).

Na atualidade, o principal desafio da aquicultura brasileira é desenvolver sistemas inovadores que sejam ambiental, social e financeiramente balanceados, sendo os sistemas de cultivo integrado e o uso mais eficiente de resíduos alguns dos possíveis caminhos a serem adotados (VALENTI et al. 2021).

Chopin (2013), afirma que a aquicultura multitrófica integrada (ou sistema IMTA - *Integrated Multi-trophic Aquaculture*), é caracterizada pelo cultivo, no mesmo tanque ou em proximidade, de duas espécies de níveis tróficos diferentes e com funções ecossistêmicas complementares, fazendo com que sejam promovidas interações sinérgicas entre as espécies. O autor afirma, ainda, que o sistema IMTA tem como objetivos aumentar a sustentabilidade ambiental, a estabilidade econômica e a aceitação social da atividade.

Macroalgas apresentam a capacidade de converter resíduos orgânicos dissolvidos na água em nutrientes para se desenvolver. Compostos nitrogenados e fosfatados que são gerados diariamente em cultivos aquícolas podem ser assimilados pelas macroalgas e convertidos em biomassa (XU et al., 2008; KHOI & FOTEDAR, 2011), minimizando a eutrofização. Portanto, devido a todos os pontos citados previamente, é possível presumir que o cultivo integrado de macroalgas e camarão marinho apresenta forte compatibilidade

Diante disto, além da influência das macroalgas na qualidade da água e no impacto em sistemas de cultivo de camarões peneídeos, a avaliação do crescimento e da produção de biomassa das espécies *Kappaphycus alvarezii* e *Hypnea musciformis* analisadas no período do ESO na Fazenda Santa Helena, podem demonstrar uma possibilidade interessante para uma produção mais sustentável.

3. Identificação do Estágio

3.1. Local do estágio

O Estágio Supervisionado Obrigatório foi realizado na Fazenda Santa Helena (Figura 1), da empresa Camares-Camarões Marinhos Ltda (Figura 2), CNPJ: 05.759.083./0001-10, localizada no município de Caiçara do Norte - Rio Grande do Norte, Estrada Do Italiano SN. CEP 59.592-000, a exatos 437 km de Recife (coordenadas geográficas: 5.069292 sul, 36.080279 oeste), no período de 4 de outubro a 15 de dezembro de 2021, sendo computado uma carga horária total de trezentas horas.

Figura 1 – Localização Geográfica da Fazenda Santa Helena



Fonte: Google Maps

Figura 2: Informações do Empreendimento - IDEMA



Fonte: Arquivo Pessoal

3.2. Caracterização da Empresa

A Fazenda Santa Helena possui uma área territorial de 50 hectares, no entanto, só está em uso cerca de 10 hectares da propriedade, sendo aproximadamente 8 hectares de lâmina d'água, divididos em 4 viveiros de mais ou menos 2 hectares cada e profundidade de 1 metro, além de 2 berçários de 100m³ e 200m³. A captação da água de cultivo vem direto do oceano atlântico sul, através de uma manilha de captação, que traz a água diretamente da praia até o interior da propriedade de acordo com as oscilações da maré. Além dos viveiros e berçários, a propriedade conta com a presença de um canal de abastecimento, uma lagoa de captação, um canal de distribuição de água e um canal de drenagem (Figura 3).

O sistema de cultivo da fazenda é o semi-intensivo, com troca parcial de água e com uma densidade entre 20-25 camarões por m². Segundo dados da gerência da fazenda, o camarão é despescado com 60-80 dias de engorda e pesa em média 10 gramas. O fator de conversão alimentar (FCA) raramente passa de 1,0 e a média de sobrevivência é de 80%, tornando o empreendimento rentável para esta fazenda de pequeno porte.

A Fazenda Santa Helena produz camarão marinho há mais de 20 anos. No entanto, nos últimos 4 anos a Camares decidiu inovar, sendo uma empresa que não tem receio de investir em tecnologias diferenciadas, como por exemplo o cultivo multitrófico de camarões marinhos e macroalgas marinhas. Além de recentemente investir na produção de amphipodes para utilização destas como alimento vivo para os viveiros.

Além de produzir o camarão marinho (*L. vannamei*), que é a principal fonte de renda da empresa, a Camares possui a licença ambiental para cultivar, sem fins lucrativos, a macroalga *K. alvarezii*, uma espécie estrangeira, nativa nos países indo-pacíficos (Filipinas, Indonésia, etc.) e que recentemente foi introduzida no Sul/sudeste do Brasil

para fins comerciais devido ao seu alto valor de mercado, decorrente de sua alta quantidade do ficolóide chamado carrageno. Além da *K. alvarezii*, a Camares implementou algumas espécies de algas marinhas nativas ao redor das instalações da propriedade com a finalidade de utilizar a função biológica destas algas e assim melhorar a qualidade da água de cultivo, consequentemente melhorando sua produtividade e aumentando os lucros. As algas presentes na propriedade são: *Kappaphycus alvarezii*, *Hypnea musciformis*, *Ulva lactuca*, e *Ulva intestinalis*.

Figura 3: Vista aérea da Fazenda Santa Helena



Legenda: 1 - canal de abastecimento, 2 - viveiros, 3 - lagoa de captação e casa de bomba, 4 - canal de drenagem, 5 - berçários, 6 - casa de apoio, 7 - canal de distribuição de água

Fonte: Google Maps

4. Atividades Desenvolvidas

As atividades desenvolvidas no período do ESO na fazenda Santa Helena, foram monitorar o manejo e o crescimento das macroalgas marinhas *Kappaphycus alvarezii* e *Hypnea musciformis* em três ambientes distintos, sendo estes: Viveiro 1, Canal de abastecimento e Lagoa de captação. O objetivo final do experimento foi conseguir avaliar dados quantitativos de modo que auxiliasse a gerencia da fazenda com uma futura projeção de biomassa de algas dentro das instalações da propriedade.

Foram avaliados os parâmetros de Ganho total de biomassa em grama (GTB), Crescimento Total (CT) e a Taxa de crescimento relativo (TCR). Para calcular a Taxa de crescimento relativo (TCR) foi utilizado a fórmula de Luhan e Sollestra (2010), onde: $TCR = (\ln(pf) - \ln(pi)) / t \times 100\%$.

Adicionalmente foi possível conhecer na prática algumas atividades relacionadas a carcinicultura, como por exemplo; o povoamento de pós larvas, aplicações de bokashi, manutenção das estruturas dos canais, aração, drenagem de lama, e biometrias.

4.1 Crescimento das macroalgas *Kappaphycus Alvarezii* e *Hypnea musciformis*

Durante o estágio, foi avaliado o crescimento das macroalgas marinhas *K. alvarezii* e *H. musciformis* em três ambientes de cultivo distintos, sendo estes: Viveiro 1, Canal de abastecimento e Lagoa de captação.

Na avaliação do crescimento das macroalgas foram utilizadas três estruturas de cultivos para a alga *K. alvarezii* e duas estruturas para a alga *H. musciformis*, levando em conta os materiais disponíveis na fazenda e respeitando as características biológicas de cada espécie. Para *K. alvarezii* foram utilizadas as seguintes estruturas: cordas (figura 4), travesseiro (figura 5) e rede tubular (figura 6). Para *H. musciformis* foram utilizadas: rede tubular e travesseiro, devido ao fato de que a *H. musciformis* não se fixa bem nas estruturas da corda. Cada corda tinha 4 metros de comprimento e 20 amarrações contendo um cacho de planta por amarração. As redes tubulares possuíam 1 metro de comprimento e 35mm. Os travesseiros tinham, 80cm de comprimento, 50 cm de largura e 15 cm de profundidade.

Figura 4 – Estrutura de cultivo em corda



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Estrutura de cultivo em traveseiro



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6 - Estrutura de cultivo em rede tubular com *K. alvarezii*



Fonte: Arquivo pessoal

Foram realizadas três repetições para cada estrutura de cultivo previamente descrita, sendo assim, 9 experimentos de *K. alvarezii* e 6 de *H. musciformis* por ambiente de cultivo. Ou seja, foram executados 15 experimentos no Viveiro 1, 15 experimentos no canal de abastecimento, e 15 experimentos na lagoa de captação. Totalizando 45 experimentos realizados.

No início dos experimentos cada estrutura de cultivo tinha 600g de alga, previamente coletadas de dentro da propriedade, limpas e pesadas. Cada experimento ocorreu durante 4 semanas (28 dias), sendo necessário uma manutenção semanal nas estruturas de cultivo para remoção de excesso de matéria orgânica e checagem da integridade física das plantas. A temperatura e salinidade do local do experimento foram mensuradas, tanto no início, quanto no final do experimento.

O ideal seria, além da temperatura e salinidade, mensurar outros parâmetros físico-químicos da água, como nitrogênio dissolvido, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, alcalinidade, amônia, cálcio e outros nutrientes.

Ao longo do viveiro 1 (Figura 8), foram distribuídas todas as estruturas de cultivos uniformemente, fixando-as com cordas de nylon em estacas de madeira já presentes dentro dos viveiros, estacas estas, que são utilizadas para prender as bandejas de alimentação dos camarões. Para que todas as estruturas ficassem próximo a superfície da água, recebendo assim a mesma quantidade de luz, uma garrafa pet vazia foi presa em cada estrutura, pois além de servir como uma boia, a garrafa serviu também como sinalizador, para evidenciar que ali existia um experimento rodando. As áreas de interesse, onde foram colocadas as estruturas de cultivo, foram separadas em: comporta de abastecimento, meio do viveiro e comporta de drenagem (Figura 7).

Figura 7 - Local aproximado (viveiro1)



Fonte: Google maps

Figura 8 – Apresentação do Viveiro1



Fonte: Arquivo Pessoal

No canal de abastecimento (Figura 10), também foi possível distribuir todas as estruturas uniformemente ao longo do espaço, muito parecido com a metodologia aplicada no viveiro 1. No entanto, como não existe a necessidade da presença de estacas para fixar as bandejas de alimentação de camarão, as estruturas de cultivo foram fixadas em estacas que antigamente eram utilizadas para cultivo de ostras, mas que serviram perfeitamente para o objetivo do trabalho. As áreas de interesse onde as estruturas de cultivo foram colocadas foram divididas em: início do canal, meio do canal e fim do canal (Figura 9).

Figura 9 - Local aproximado do canal de abastecimento, onde os experimentos foram realizados.



Fonte: Google Maps

Figura 10 - Canal de abastecimento



Fonte: Arquivo Pessoal

Na lagoa de captação (Figura 12) a situação foi desafiadora, tendo em vista que não existiam estacas o suficiente para fixar as estruturas de cultivo uniformemente por todo o espaço da lagoa. Então foi feito o possível e colocado todos os experimentos para rodar próximos um do outro, num formato de um triângulo. Portanto, a área de interesse onde foram colocadas as estruturas de cultivo foi em um único ponto (Figura 11).

Figura 11 - Local aproximado da lagoa de captação, onde os experimentos rodaram.



Fonte: Google Maps

Figura 12 - Lagoa de captação



Fonte: Arquivo pessoal

Além de executar os experimentos com a *K. alvarezii* e *H. musciformis*, foi observado o manejo de todas as algas presentes na propriedade. As principais atividades realizadas ao longo destas 10 semanas, foram: a transferência de biomassa de *K. alvarezii* entre viveiros, a colheita de *U. lactuca* e *U. intestinalis*; a reprodução e cultivo de amphípodes no canal de distribuição da propriedade, a colheita de cisco (sargaço) da beira da praia para auxiliar os viveiros que não possuíam biomassa de algas o suficiente para a biorremediação da água.

4.2 Cultivo de amphípodes

Durante a estadia na fazenda, foi ampliado o sistema de produção e reprodução de amphípodes (Figura 13), com a chegada de 20 telas mosquiteiras de polietileno novas (Figura 15). As telas foram instaladas por todo o canal de distribuição de água da propriedade onde desempenham uma função de habitat e de aporte de nutrientes para estes pequenos crustáceos. Devido ao constante bombeamento de água que passa pelo canal de distribuição, as telas, com sua milimetragem fina, retém as impurezas da água que servem de alimento para os amphípodes.

Com a presença de macroalgas dentro dos viveiros e com o constante bombeamento de água vindo do canal de distribuição de água que é onde os amphípodes são cultivados, foi criada uma biota natural extremamente rica em alimento vivo para os camarões. Durante o manejo das algas que vinham de dentro dos viveiros, como a pesagem e limpeza, era muito fácil observar a presença do macrozoobentos (Figura 14) nas algas.

Figura 13 - Macrozoobentos presente nas telas mosquiteiras da Camares



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 14 - Amphipode coletado diretamente de um cacho de K. alvarezii do viveiro 1



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 15 - Telas mosquiteiras de polietileno instaladas pelo canal de distribuição



Fonte: Arquivo Pessoal

4.3 Resultados dos Experimentos e Discussão

Relato aqui neste tópico todos os pontos observados por mim durante e após a realização do experimento. Deixando claro que os resultados obtidos não devem ser considerados como verdade absoluta em toda e qualquer fazenda de camarão marinho. Os resultados aqui descritos se referem a fazenda Santa Helena, levando em consideração todas as características biológicas, físicas e químicas da propriedade.

Vale ressaltar que não houve a mensuração de alguns parâmetros da água previamente citados como nitrogênio dissolvido, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, alcalinidade, amônia, cálcio e outros nutrientes. Tal mensuração é de extrema importância para medir o desenvolvimento das macroalgas o que faz com que este trabalho não possa ser considerado como conclusivo e sim como uma análise superficial de acordo com os parâmetros que foi possível medir.

4.3.1 Viveiro 1

O primeiro local da fazenda que as estruturas de cultivo foram instaladas foi no viveiro 1, no dia 8 de outubro de 2021, tendo em vista o cronograma de despesca deste viveiro que estava marcado para a segunda semana de dezembro. Desse modo, obteve tempo suficiente para a realização do experimento, com ciclo de 4 semanas, e ainda possibilitou a realização de um segundo teste, caso fosse necessário. A biometria foi realizada no dia 05 de novembro de 2021.

As *K. alvarezii*, no geral, apresentaram bom estado de conservação, sendo primordial a manutenção semanal com a limpeza superficial das plantas. No entanto, foi observado que a coloração das algas ficou bastante clara, provavelmente devido às substâncias utilizadas para fertilização da água ou devido ao aumento de salinidade durante os dias de cultivo. E possuía consistência um pouco flácida comparado com os resultados obtidos nos outros locais da fazenda. Já a *H. musciformis* apresentou coloração uniforme e consistência padrão em comparação aos outros locais da propriedade.

Segundo os resultados obtidos através da biometria (Tabela 1, Gráfico 1 e Gráfico 2), os locais onde as plantas se desenvolveram melhor, foi próximo a comporta de abastecimento, onde diariamente havia renovação de água, devido ao bombeamento realizado pelos funcionários aproveitando a preia-mar. No geral, a estrutura que deu o maior resultado para a *K. alvarezii* foi a estruturas de travesseiro, no entanto vale ressaltar que a estrutura de corda da comporta de abastecimento apresentou o maior resultado individual. Considerando a alta taxa de crescimento nestas estruturas diretamente relacionada ao fato de que, nelas, as algas ficam com o mínimo de restrição de espaço possível e podem crescer livremente. Vale ressaltar que a *K. alvarezii* na rede tubular apresentou o resultado mais constante ao longo de todo o viveiro 1.

Os experimentos com a *H. musciformis* na rede tubular foram os resultados menos expressivos em todo viveiro 1, por conta do forte vento e da correnteza presentes no local, as plantas não tiveram capacidade de se fixar bem nas estruturas e provavelmente acabaram se soltando.

Durante o serviço de manutenção das algas era possível avistar os camarões utilizando as estruturas de cultivo para se abrigar ou para se alimentar da biota que as cercavam. Estes locais eram visivelmente mais populosos do que as partes do viveiro onde não haviam algas. Na retirada, para biometria das plantas, era visível também a presença das amphipodas.

A *K. alvarezii* no viveiro 1 apresentou uma TCR média de 2,27% por dia e de 16% por semana. Enquanto a *H. musciformis* apresentou uma TCR média de 1,54% por dia e 10,75% por semana. A temperatura no início do experimento foi de 26,5°C e Salinidade de 46 ppt. já no fim do experimento a temperatura aferida foi de 28°C e salinidade de 51 ppt.

Gráfico 1 – Crescimento total no viveiro 1

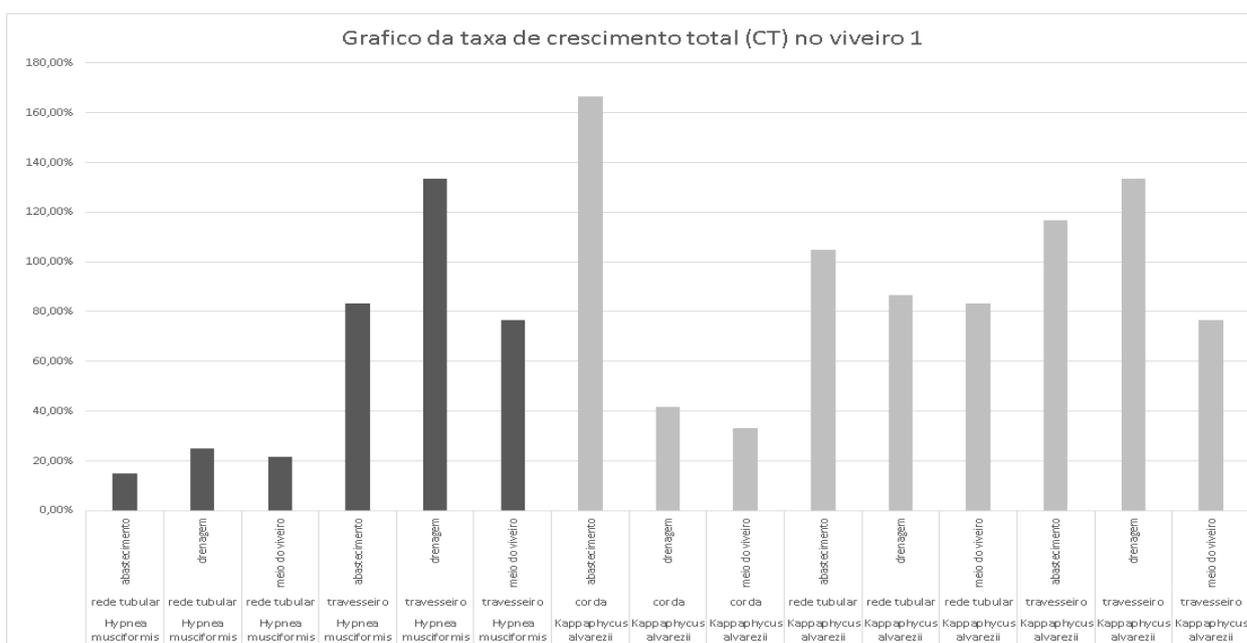


Gráfico 2 – TCR diária no viveiro 1

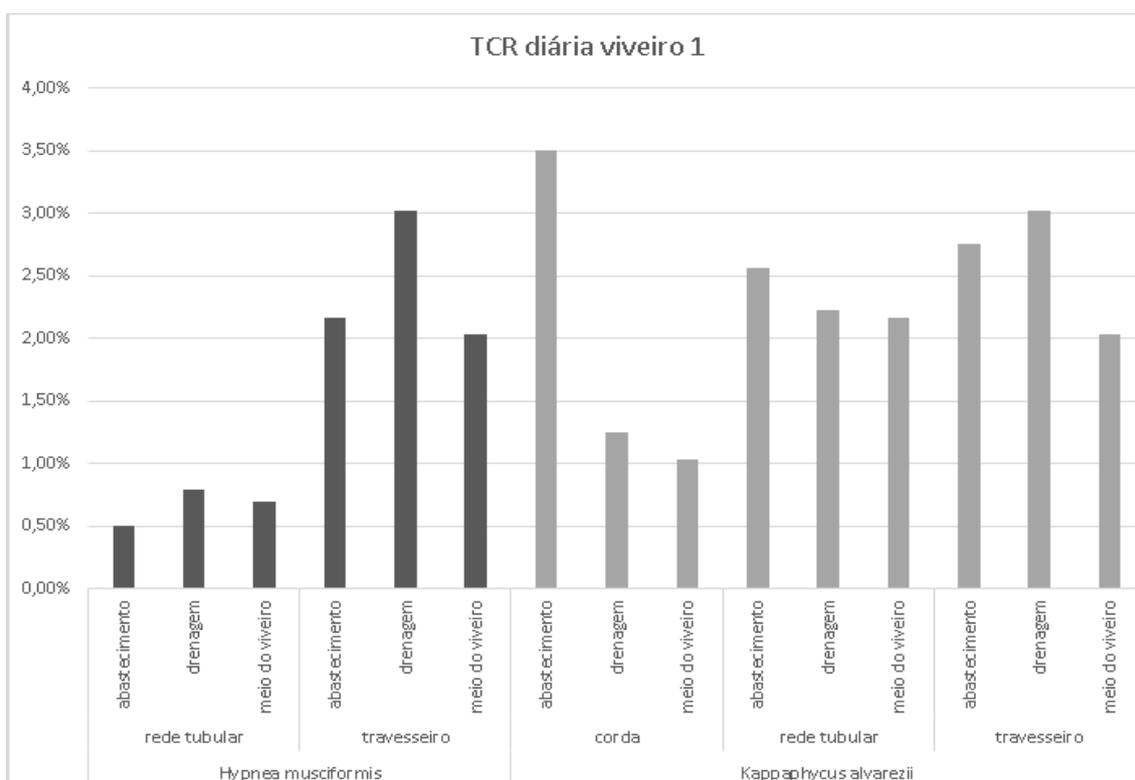


Gráfico 3 – TCR semanal no viveiro 1

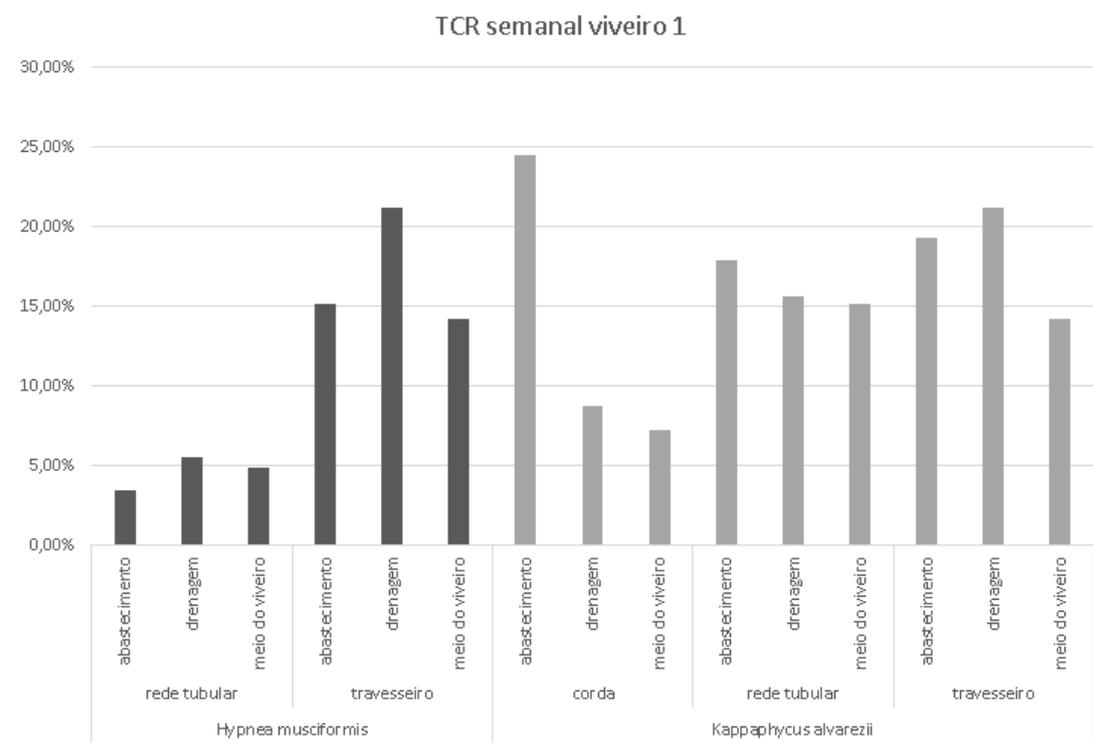


Tabela 1 - Resultados da biometria no viveiro 1

Alga	Estrutura de cultivo	Local de cultivo	Peso inicial (grama)	Peso final (grama)	Ganho total de biomassa (grama)	Crescimento total
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Abastecimento	600	690	90	15,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Meio do viveiro	600	730	130	21,67%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Drenagem	600	750	150	25,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Abastecimento	600	1100	500	83,33%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Meio do viveiro	600	1060	800	76,67%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Drenagem	600	1400	460	133,33kapp%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Abastecimento	600	1600	1000	166,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Meio do viveiro	600	800	200	33,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Drenagem	600	850	250	41,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Abastecimento	600	1230	630	105,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Meio do viveiro	600	1100	500	83,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Drenagem	600	1120	520	86,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Abastecimento	600	1300	700	116,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Meio do viveiro	600	1060	460	76,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Drenagem	600	1400	800	113,33%

4.3.2 Canal de Abastecimento

O segundo conjunto de experimentos foi realizado no canal de abastecimento, que foi povoado no dia 14/10 e a biometria foi realizada no dia 11/11. Neste local, foi observado pela primeira vez o efeito que o efluente de uma fazenda de camarão tem na qualidade de água e nos seres vivos que habitam este local.

Na fazenda Santa Helena, o canal de abastecimento é responsável não só por trazer a água do oceano para dentro da propriedade, mas também por levar o efluente para fora dela. O transporte da água do oceano para dentro da propriedade acontece diariamente, de acordo com a maré cheia, devido principalmente a necessidade de repor a água dos viveiros pois lá eles usam o sistema de troca parcial de água. Enquanto a descarga de efluentes só acontece quando o canal de drenagem se encontra cheio. Devido a este fluxo contínuo de água limpa e suja as algas neste ambiente tem um papel importante na absorção de compostos nitrogenados do efluente gerado pela carcinicultura.

Em geral a *K. alvarezii* neste local apresentou uma coloração bem escura e consistência muito mole, quase todas as algas dos experimentos necessitaram de uma limpeza minuciosa diariamente, pois uma crosta negra de perifítons tomava conta do caule das plantas se não houvesse manutenção. Já a *H. musciformis*, não apresentou dificuldades alguma em se adaptar ao ambiente, inclusive é no canal de abastecimento que se encontra toda a biomassa de *H. musciformis* da fazenda, de forma natural, fixada no substrato do canal.

Segundo o resultado obtido através da biometria (Tabela 2, Gráfico 3 e Gráfico 4), os locais onde as *K. alvarezii* se desenvolveram melhor foram no final do canal, bem próximo ao local de onde a água do oceano entra. Não houve uma estrutura de cultivo que deu o maior resultado, pois todas foram muito parecidas. Já a *H. musciformis*, não houve um local específico onde ela se desenvolveu melhor e assim como a *K. alvarezii* todas as estruturas de cultivo apresentaram resultados similares. Assim, como no viveiro 1, era possível visualizar a presença das amphipodas na hora do manejo das plantas.

A *K. alvarezii* no canal de abastecimento apresentou uma TCR média de 2,50% por dia e de 18% por semana. Enquanto a *H. musciformis* apresentou uma TCR média de 1,80% por dia e 13% por semana. A temperatura no início do experimento foi de 27,5°C e salinidade de 46 ppt. No final do experimento a temperatura aferida foi de 26°C e a salinidade de 48 ppt.

Gráfico 4 – Crescimento total no canal de abastecimento

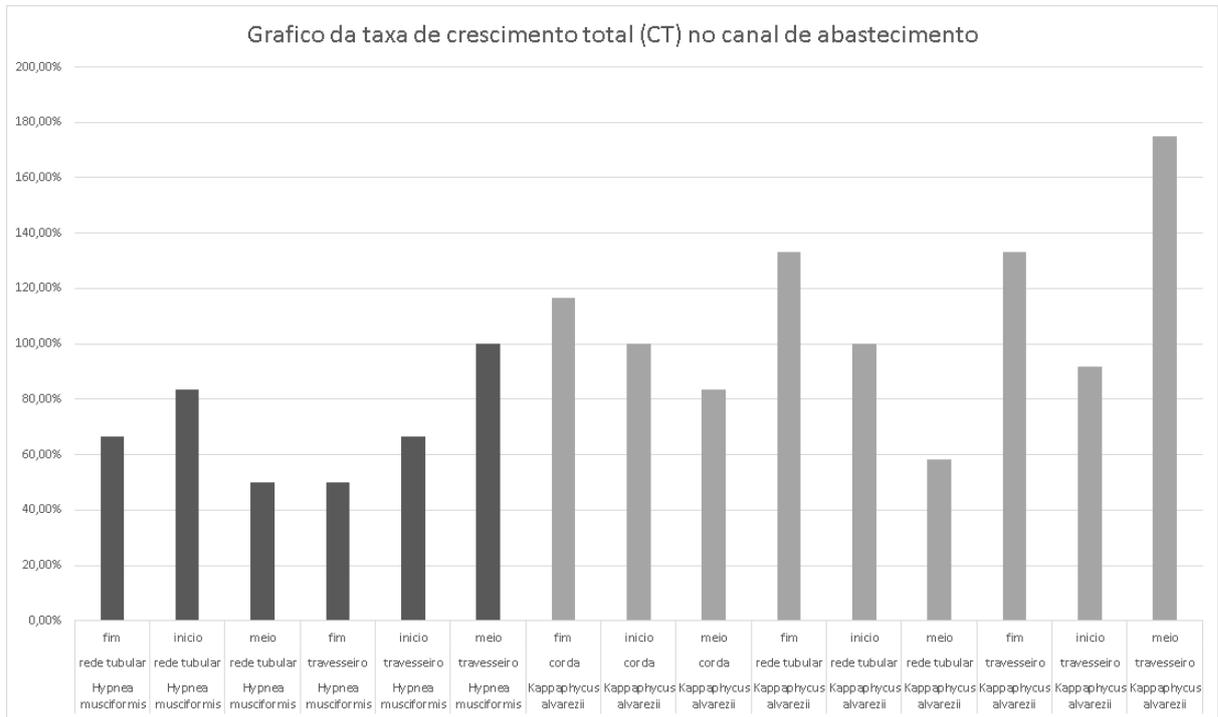


Gráfico 5 – TCR diária no canal de abastecimento

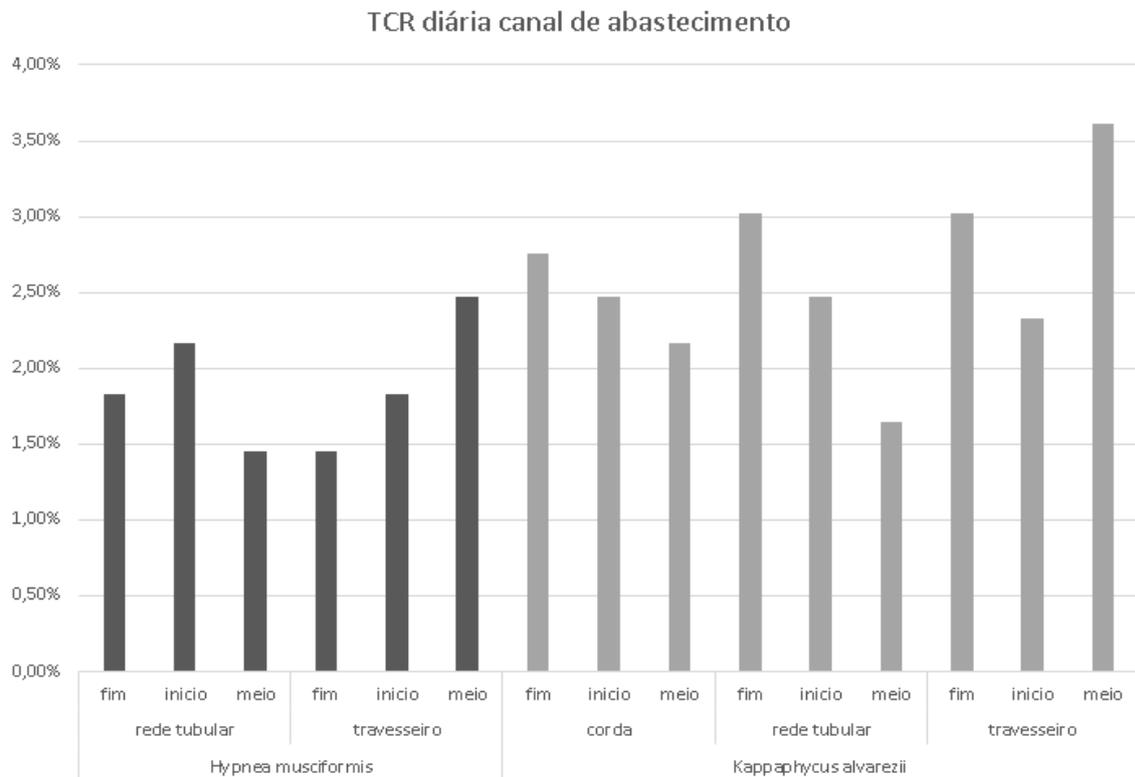


Gráfico 6 – TCR semanal no canal de abastecimento

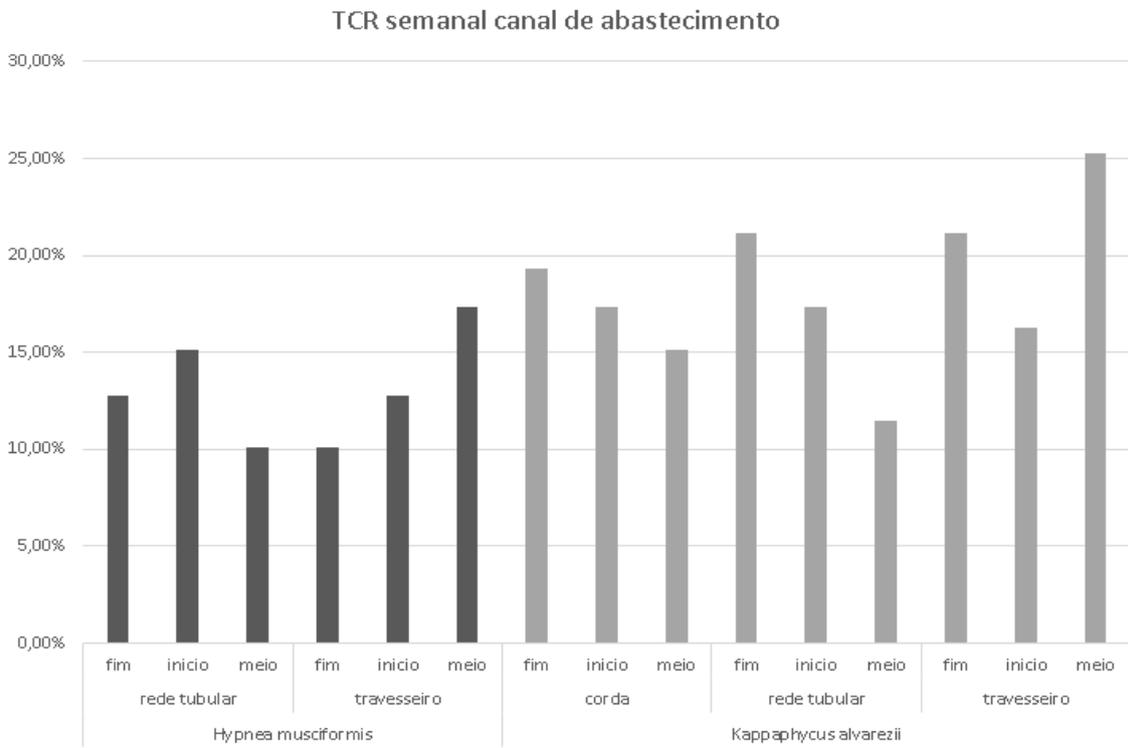


Tabela 2 - Resultados da biometria no canal de abastecimento

Alga	Estrutura de cultivo	Local de cultivo	Peso inicial (grama)	Peso final (grama)	Ganho total de biomassa (grama)	Crescimento total
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Inicio	600	1100	500	83,33%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Meio	600	900	300	50,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Fim	600	1000	400	66,67%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Inicio	600	1000	400	66,67%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Meio	600	1200	600	100,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Fim	600	900	300	50,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Inicio	600	1200	600	100,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Meio	600	1100	500	83,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corde	Fim	600	1300	700	116,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Inicio	600	1200	600	100,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Meio	600	950	350	53,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Fim	600	1400	800	133,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Inicio	600	1150	550	91,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Meio	600	1650	1050	175,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Fim	600	1400	800	133,33%

4.3.3 Lagoa de captação

Os últimos experimentos foram realizados na lagoa de captação, com o povoamento feito no dia 25/10 e biometria realizada no dia 23/11. Assim como no canal de abastecimento, a água da lagoa de captação apresentou um elevado teor de matéria orgânica em decomposição suspensa na coluna d'água, no entanto os resultados obtidos mostraram que as algas se desenvolveram mais em comparação aos outros espaços analisados na propriedade.

A lagoa de captação é o menor local dentre os três ambientes escolhidos para a realização dos experimentos, e como o próprio nome sugere é um espaço onde não existe uma forte correnteza de água. Na lagoa, a água vinda do canal de abastecimento é drenada por duas bombas e levada para os viveiros através do canal de distribuição. Neste local a água vinda do canal de drenagem repleta de efluentes passa brevemente, tendo em vista que as duas comportas pré-moldadas que ligam o canal de drenagem a lagoa de captação e o canal de abastecimento ficam a poucos metros uma da outra. Ou seja, a lagoa de captação serve apenas como uma breve rota da água carregada de efluentes do canal de drenagem para o canal de abastecimento.

Por se tratar de um local pequeno e por ser pouco explorado pela administração da fazenda, não existia quase nenhuma estrutura de apoio para fixar os experimentos como estacas de madeira. Então, para facilitar, foi decidido a realização dos experimentos em um só lugar, onde já haviam duas estacas fincadas no solo. Foi apenas necessário, fincar uma terceira estaca e montar um triângulo, de modo que comportasse todos os 15 experimentos. A coloração das algas foi parecida com a do canal de abastecimento, no entanto o acúmulo de matéria orgânica nas estruturas das algas foi bem mais superficial do que no canal de abastecimento, não sendo notável a presença daquela crosta negra de perifítons que tomou conta das algas do canal de abastecimento. A principal diferença entre os resultados da lagoa de captação para os demais locais da fazenda, foi na consistência da alga e na taxa de crescimento. As algas estavam muito duras e também foi onde a biomassa de algas mais cresceu em 4 semanas. Tal resultado, foi considerado uma surpresa para todos os envolvidos nesse projeto como também, para a gerência da fazenda.

Segundo os resultados obtidos através da biometria (Tabela 3, Gráfico 5 e Gráfico 6), as estruturas que deram maior resultado para *K. alvarezii* foram as estruturas de corda. E para *H. musciformis*, o crescimento foi similar em todas as estruturas. Assim como nos outros dois locais da fazenda, onde o experimento aconteceu, era notável a presença de amphipodas nas algas, principalmente na hora de manejar estas algas para a biometria.

Para calcular a Taxa de crescimento relativo (TCR) foi utilizado a fórmula de Luhan e Sollestra (2010), onde: $TCR = (\ln(pf) - \ln(pi)) / t \times 100\%$. A *K. alvarezii* no canal de abastecimento apresentou uma TCR média de 3,70% por dia e de 26% por semana. Enquanto a *H. musciformis* apresentou uma TCR média de 3,28% por dia e 22,85% por semana. A temperatura no início do experimento foi de 26,5°C e salinidade de 44 ppt. já no fim do experimento a temperatura aferida foi de 27°C e a salinidade de 48 ppt.

Gráfico 7 – Crescimento total na lagoa de captação

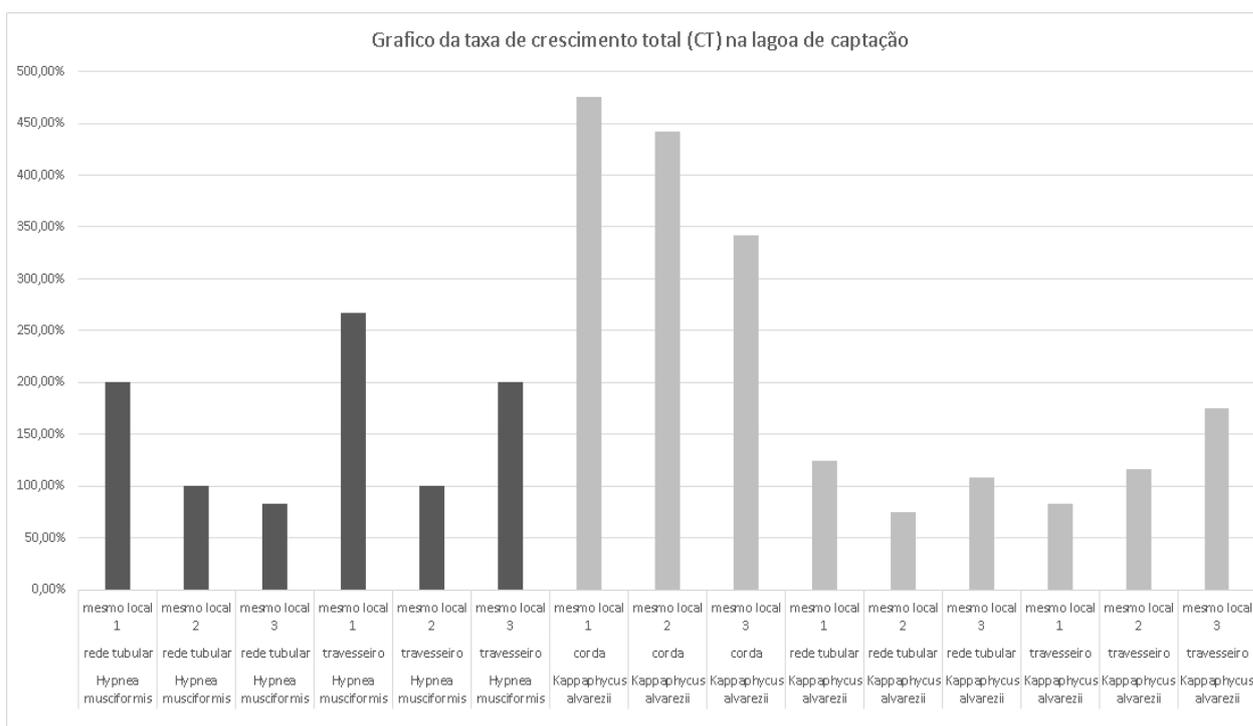


Gráfico 8 – TCR diária na lagoa de captação

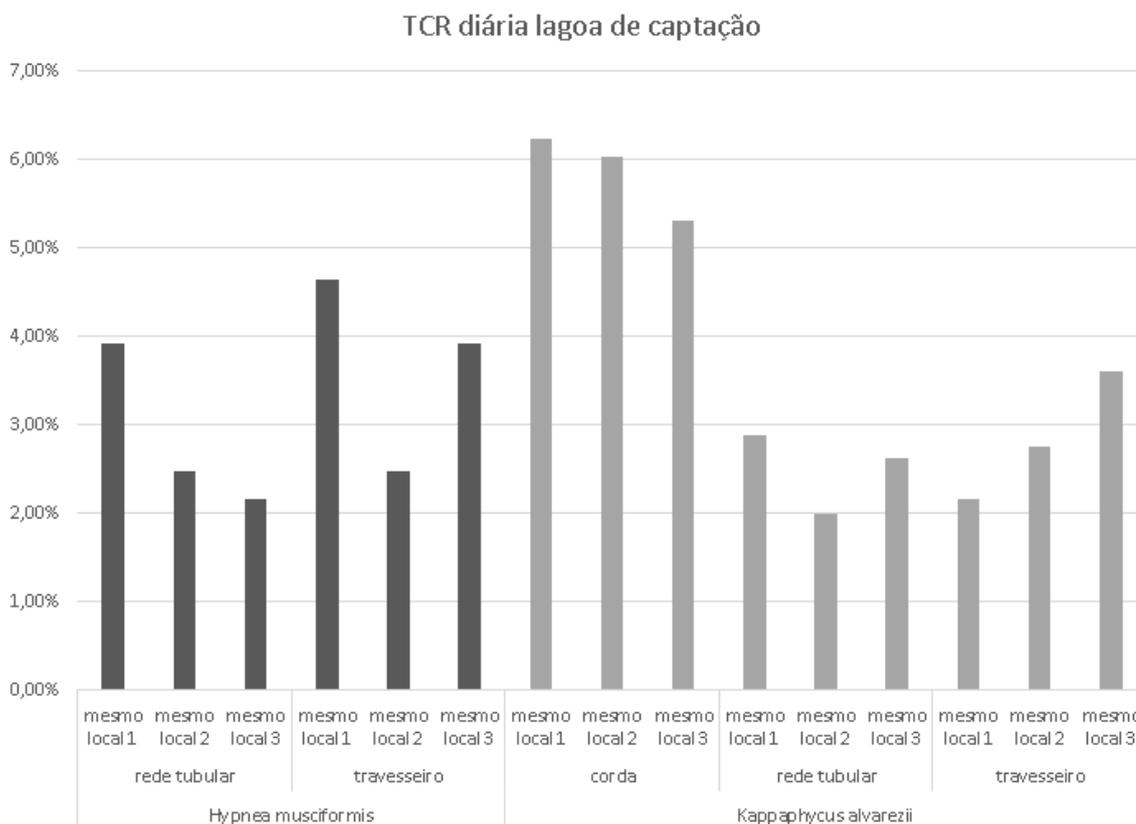


Gráfico 9 – TCR semanal no canal de abastecimento

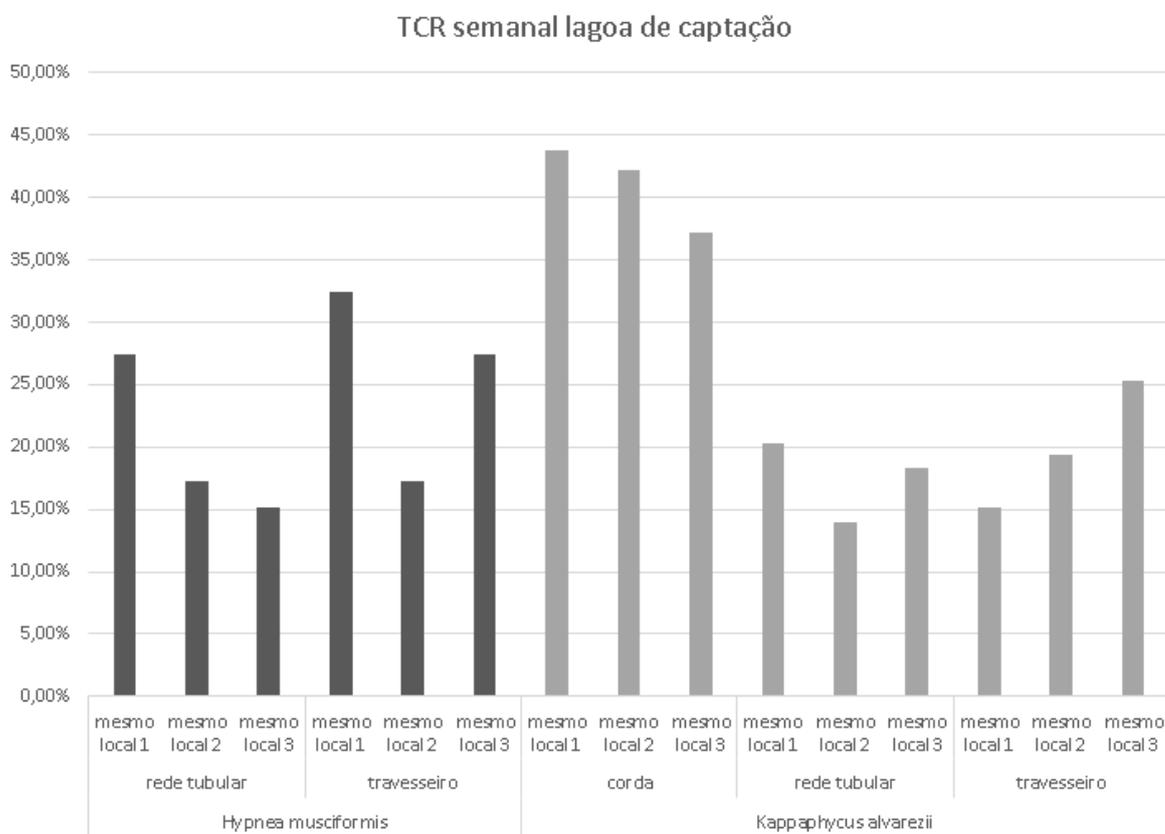


Tabela 3 - Resultados da biometria na lagoa de captação

Alga	Estrutura de cultivo	Local de cultivo	Peso inicial (grama)	Peso final (grama)	Ganho total de biomassa (grama)	Crescimento total
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Mesmo local 1	600	1800	1200	200,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Mesmo local 2	600	1200	600	100,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Rede tubular	Mesmo local 3	600	1100	500	83,33%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Mesmo local 1	600	2200	1600	266,66%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Mesmo local 2	600	1200	600	100,00%
<i>Hypnea musciformis</i>	Travesseiro	Mesmo local 3	600	1800	1200	200,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corda	Mesmo local 1	600	3450	2850	475,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corda	Mesmo local 2	600	3250	2650	441,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Corda	Mesmo local 3	600	2650	2050	341,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Mesmo local 1	600	1350	750	125,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Mesmo local 2	600	1050	450	75,00%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Rede tubular	Mesmo local 3	600	1250	650	108,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Mesmo local 1	600	1100	500	83,33%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Mesmo local 2	600	1300	700	116,67%
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Travesseiro	Mesmo local 3	600	1650	1050	175,00%

4.4 Dificuldades Encontradas

A atividade que demandou mais tempo e esforço foi na transferência de *K. alvarezii* entre os viveiros. Levando em consideração que a estrutura de cultivo utilizada na propriedade anteriormente era somente as amarrações de corda que são bastante frágeis e de manejo difícil. E também, a cada dois meses os viveiros são secos para despesca do camarão, então toda a biomassa daquele viveiro precisava ser transferida para um outro local, pois as algas são sensíveis as mudanças e podem morrer.

Houveram interferências externas em três experimentos no viveiro 1 que tiveram que ser refeitos e os resultados atualizados. No travesseiro de *K. alvarezii* que ficava na comporta de abastecimento foram adicionadas algas provenientes do viveiro 2, devido a uma despesca realizada lá. As algas que caíram durante todo o ciclo da engorda e que foram encontradas no substrato do viveiro 2 foram colocadas no travesseiro em questão por engano. As cordas de *K. alvarezii* do meio do viveiro e da drenagem foram danificadas, apresentando algumas perdas de amarrações nos cachos de planta, devido aos fortes ventos que fez com que as garrafas pets amarradas se soltassem. Deixando assim, as plantas não evidenciadas, ou seja, é provável que os arraçoadores tenham passado por cima das cordas, sem querer, batendo com o remo e soltando algumas das amarrações.

Tanto a lagoa de captação quanto o canal de abastecimento apresentaram um alto teor de matéria orgânica acumulada, encontradas suspensas na coluna d'água (Figura 18), sendo necessário uma manutenção diária nas plantas do experimento. Quando expostas a bastante matéria orgânica, as *K. alvarezii* tiveram uma leve mudança na tonalidade de sua cor e também tiveram seus talos cobertos por uma crosta negra lamosa de perifítons (Figura 16). Já a *H. musciformis* não demonstrou problemas em ambientes com mais concentração de matéria orgânica.

Figura 16 - *K. alvarezii* cobertas por matéria orgânica

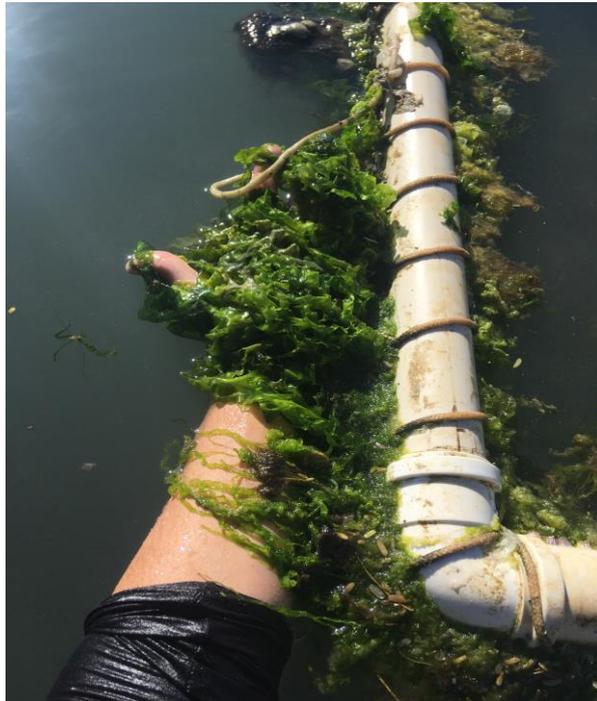


Fonte: Arquivo pessoal

Algumas das telas mosquiteiras de polietileno se soltaram, devido a fraca amarração e causaram mortalidade no viveiro 3, onde elas foram achadas. Os camarões ficaram presos nas telas e quase todos os que ficaram presos, morreram.

Observou-se que os travesseiros na lagoa de captação e no canal de abastecimento tiveram uma forte atratividade para outras algas (Figura 17), sem serem aquelas do experimento em questão. No entanto tal presença não afetou de forma negativa as algas testadas (*K. alvarezii* e *H. musciformis*) e mostrou uma boa alternativa de cultivo para estas algas “invasoras” que ainda não tem um plano de cultivo totalmente desenvolvido na fazenda como é o caso da *U. lactuca* e *U. intestinalis*.

*Figura 17 - Presença marcante das algas *Ulva intestinalis* e *Ulva lactuca* nos travesseiros de cultivo do experimento*



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 18 - Excesso de matéria orgânica acumulada no canal de abastecimento



Fonte: Arquivo Pessoal

5. Considerações Finais

A realização do ESO na Camares com o monitoramento das algas *K. alvarezii* e *H. musciformis* no cultivo multitrófico de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, bem como as demais atividades realizadas, foram de extrema importância para aperfeiçoamento de técnicas aprendidas durante a graduação e desenvolvimento profissional, trazendo a junção do conhecimento teórico com o conhecimento prático.

Durante o estágio foi possível verificar o quanto uma gestão sustentável dentro de uma fazenda de carcinicultura é importante, pois com a ajuda das algas além de diminuir os impactos ambientais para os agroecossistemas, também se demonstrou possível manter uma boa produtividade de camarão na fazenda. Vale ressaltar que existe a possibilidade, de que no futuro, o cultivo de algumas dessas espécies de algas seja mais flexível aqui na região nordeste, possibilitando assim um surgimento de uma atividade economicamente promissora. Além disso, evidencia o quanto é importante uma boa integração de agentes biorremediadores na atividade de carcinicultura.

Todavia, com a gama de conhecimentos adquiridos ao longo da graduação do Bacharelado em Engenharia de Pesca na UFRPE e elaborando uma análise crítica foi possível sugerir práticas que podem ser modificadas na rotina da Camares- Camarões Marinhos Ltda a fim de, melhorar os futuros ciclos de produção e a qualidade de trabalho:

- Migração das estruturas de cultivo da *K. alvarezii* de corda, para rede tubular. Tendo em vista, que existem poucos funcionários responsáveis pelo manejo e observando o aumento de biomassa dessas algas na propriedade, fica muito trabalhoso o manejo das *K. alvarezii* somente com a estrutura de corda. Segundo os resultados obtidos através do experimento, as cordas e os travesseiros foram as estruturas que apresentaram as maiores TCR. No entanto, quando se trata de manejo, a corda é a mais trabalhosa devido a exposição da alga, que pode se soltar facilmente. Além disso, a corda pode embarçar, causando assim uma grande perda de tempo para desembarçar as mesmas. Já as redes tubulares, apresentaram uma menor taxa de crescimento, mas ainda assim, bons números. Em relação ao manejo, as redes tubulares foram as mais simples e fáceis de lidar. Portanto, se o intuito for aumentar a biomassa de *K. alvarezii* na fazenda, migrar boa parte das algas que estão em cordas para redes tubulares será primordial.
- Implementar a *H. musciformis* no canal de drenagem: A *H. musciformis* se mostrou bastante resistente a uma elevada concentração de efluentes na água portanto, tentar implementar esta alga ao redor do canal de drenagem pode auxiliar bastante o efeito de biorremediador exercido por ela em um local que é pouco explorado na fazenda. Vale ressaltar que a *H. musciformis* é uma alga bastante invasiva e resistente, consideradas por alguns como uma “praga”, portanto é de extrema importância observar e controlar a aparição desta nos viveiros da fazenda, pois caso isso aconteça é provável que seja difícil a remoção da mesma.
- Implementar mais biomassa de algas na lagoa de captação. Segundo os resultados dos experimentos, a lagoa de captação é o local com mais potencial quando nos referimos a crescimento de algas. Tendo em vista, que tanto os viveiros, quanto os berçários são abastecidos por esta lagoa, aumentar o efeito de biorremediação exercida pelas algas neste local é de extrema importância econômica e biológica.

- Construir um novo canal, ligando diretamente o canal de drenagem e o oceano. Na Fazenda Santa Helena, só existe uma manilha que tanto exerce papel de captação de água, quanto o papel de descarga de efluente. Com a construção de um novo canal a qualidade da água presente dentro das instalações da propriedade irá melhorar consideravelmente, sendo estas: o canal de abastecimento e a lagoa de captação. Assim, possibilitará aumentar ainda mais a produtividade da fazenda e o bem estar dos camarões nos viveiros. Vale ressaltar que se essa alteração for feita o comportamento de crescimento das algas poderá mudar drasticamente.
- Melhorar a fiação elétrica da propriedade. Alguns cabos da fiação que supre os viveiros estão gastos e necessitam de troca, levando em consideração que nas fases finais de engorda a demanda de oxigênio dissolvido é bastante alta e se por acaso acontecer algum curto e os aeradores pararem de funcionar os camarões vão morrer e haverá prejuízos. Essas fiações também apresentam perigo para os trabalhadores da propriedade
- Utilização de Geomembrana nos berçários. Considerando que atualmente estes berçários são responsáveis por abrigar todas as pós-larvas da fazenda, então precisam ser bem cuidados e bem protegidos para evitar mortalidade na fase que o camarão está mais frágil. Como também, garantindo ainda mais a impermeabilidade e impossibilitando que as paredes do berçário sirvam de matriz para o abrigo das bactérias que possam ser nocivas as pós larvas. As geomembranas também facilitam a limpeza do espaço, além de assegurar uma melhor qualidade de água.

Referências

ABRUNHOSA, F. **Curso técnico em pesca e aquicultura: carcinicultura**. Governo Federal–Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará–IFPA e Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

ARAÚJO, P. G. **Avaliação do potencial invasor de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral da Paraíba, Brasil**, 2013.

BARBIERI, R. C. & OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos – Engorda**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, p.320, 2002.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A. & BORGUETTI, J.R. **Aquicultura – Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no Mundo**. Ed. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudo Ambientais, Curitiba – PR, p. 92, 2003.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009, Art. 14º. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2009/RES_CONAMA_N413_2009.pdf. Acessado em 14/12/2021

CAI, J.; LOVATELLI, A.; AGUILAR-MANJARRES, J.; CORNISH, L.; Dabbadie, L.; DESROCHERS, A.; DIFFEY, S.; GARRIDO GAMARRO, E.; GEEHAN, J.; HURTADO, A.; LUCENTE, D.; MAIR, G.; MIAO, W.; POTIN, P.; PRZYBYLA, C.; REANTASO, M.; ROUBACH, R.; TAUATI, M. & YUAN, X. **Seaweeds and microalgae: an overview for unlocking their potential in global aquaculture development**. FAO, 2021. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1229. Rome, FAO. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb5670en>. Acessado em 12/12/2021.

CASTELAR, B.; SIQUEIRA, M. F.; SÁNCHEZ-TAPIA, A. & REIS, R. P. **Risk analysis using species distribution modeling to support public policies for the alien alga *Kappaphycus alvarezii* aquaculture in Brazil**, Aquaculture, Volume 446, 2015.

CHOPIN, T. **The Canadian Integrated Multi-Trophic Aquaculture Network (CIMTAN)—A Network for a New Era of Ecosystem Responsible Aquaculture**. Fisheries, p.297-308, 2013 <https://doi.org/10.1080/03632415.2013.791285>. Acessado em 12/12/2021.

COZER, N. & ROSSI, V. **CAMARÃO MARINHO LITOPENAEUS VANAMMEI (BOONE, 1931)**. AQUICULTURA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 2016. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/camarao-marinho-litopenaeus-vanammei-boone-1931/> Acesso em 12 de dezembro de 2021.

CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A. P; MELO, D. C.; CINTRA, A.P.R; PRADO, S.A; COESTA, F.A.A; DRUMOND, M.L; LOPES, V.E. & MORAES, V. E. A situação da Aquicultura e da pesca no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Saúde e Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. ¾, p. 81-85, jul./dez, 2006.

ESWARAN, K.; GHISH, P. K. & MAIRH, O. P. 2002. **Experimental field cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty.ex.P.Silva at Mandapam region.** Seaweed Res. Util. 24: 67-72, 2002.

FACCINI, A. L. **Importância econômica e cultivo de algas marinhas.** X Simpósio de Biologia Marinha da Unisantia. 02-06 de julho de 2007. 16 p.

FACCINI, A. L & BERCHEZ, L. F. **Management of natural beds and standing stock evaluation of *Hypnea musciformis* (Gigartinales, Rhodophyta) in south-eastern Brazil.** J. Appl. Phycol. 12: 101-103, 2000.

FAO, 1990. **Training Manual on Gracilaria culture. and seaweed processing in China.**

FAO. 2000 **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals.** Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2018.

FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action.** Roma. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en> Acessado em: 12 de dezembro de 2021.

GANESAN, M.; THIRUPPATHI, S. & BHAVANATH, J. H. A. **Mariculture of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux in south east coast of India.** Aquaculture 256: 201-211, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Pesquisa da Pecuária Municipal 2020 - PPM20.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

KHOI, L.V. & FOTEDAR, R. **Integration of western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1986) and green seaweed (*Ulva lactuca* Linnaeus, 1753) in closed recirculating aquaculture system.** Aquaculture, v.322-333, n.1, p.201-209, 2011.

LIMA, G. **Avaliação do potencial de crescimento “in vitro” e do rendimento em carragena da alga vermelha *Hypnea musciformis* (Hypneacea, Rhodophyta).** Trabalho de Conclusão de Curso de Oceanografia. Universidade do Vale de Itajaí. 39 p, 2001.

LUHAN, M.R.J. & SOLLESTA, H. **Growing the reproductive cells (carpospores) of the seaweed, *Kappaphycus striatum*, in the laboratory until outplanting in the field and maturation to tetrasporophyte.** J Appl Phycol 22, 579–585, 2010.

MAIA, E. P.; MODESTO, G.A.; BRITO, L. O. & GÁLVEZ, A. O. **Crescimento, sobrevivência e produção de *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo.** Pesquisa Agropecuária Pernambucana, v. 17, n. 1, p. 15–19, 2012.

MC HUGH, D.J. **A Guide to the Seaweed Industry.** FAO Fisheries Technical Paper 441, Rome, 105 p, 2003.

NATORI, M. M.; SUSSEL, F. R.; DOS SANTOS, E. C. B.; PREVIERO, T. C.; VIEGAS, E. M. M.; & GAMEIRO, A. H. **DESENVOLVIMENTO DA CARCINICULTURA MARINHA NO BRASIL E NO MUNDO: avanços tecnológicos e desafios.** *Informações Econômicas*, SP, v. 41, n. 2, fev. 2011.

NASH, C. **The History of Aquaculture**, DOI:10.1002/9780470958971, 2011.

OLIVEIRA FILHO, E. C. **Considerações sobre o impacto ambiental do cultivo da alga *Kappaphycus alvarezii* na costa sudeste do Brasil.** *Boletim Ficológico*, Ano 24 – 30 de novembro de 2005 (N005): 1-7, 2005.

PAULA, E. J.; ERBERT, C. & PEREIRA, R. T. L. **Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) in vitro**, 2001.

PAULA, E. J.; PEREIRA, R. T. L. & OHNO, M. **Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of São Paulo State, Brazil.** *Phycological Research* 50: 1-9, 2002.

REIS, R. P.; CALDEIRA, A. Q.; MIRANDA, E. P. S. & BARROS-BARRETO, M. B. **Potencial para maricultura da carragenófito *Hypnea musciformis* (Wulfen) J**, 2006.

REIS, R. P.; LEAL, M. C. R.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. & BELLUCO, F. **Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta – Gigartinales).** *Acta bot. bras.* 17(2): 279-286, 2003.

ROJAS, E. & ALFARO, J. **In vitro manipulation of egg activation in the open thelycum shrimp *Litopenaeus*.** *Aquaculture*, v. 264, p.469-474, 2007.

SANCHES, E. G.; PANNUTI, C. V. & SEBASTIANI, E.F., **A piscicultura marinha como opção para a carcinicultura brasileira.** *Revista Aquicultura & Pesca*, n. 36, p. 12-19, 2008.

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E. & HISANO, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Documentos, 95, 2013.

STEPHEN, H.J.; HAMILTON II, R.D.; SANDIER, P. A.; BROWDY, C.L. & STOKES, A.D. **Effect of Water Exchange Rate on Production, Water Quality, Effluent Characteristics and Nitrogen Budgets of Intensive Shrimp Ponds.** *Journal of the World Aquaculture Society* Vol. 24, No. 3 September, 1993.

SUBBARAMAIAH, K. & THOMAS, P. C. **Raft cultivation of *Gracilaria edulis* (Gmel.)** Silva. *Proc. Indian Acad. Sci.* 100: 123-127, 1990.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; VALENTI, P. M.; BUENO, G. W. & CAVALLI, R. O. **Aquaculture in Brazil: past, present and future.** *Aquaculture Reports*, v. 19, March 2021, 100611, 2021.

XU, Y.; FANG, J. & WEI, W. **Application of Gracilaria lichenoides (Rhodophyta) for alleviating excess nutrients in aquaculture.** Journal of Applied Phycology, v. 20, n. 2, p. 199-203, 2008.