



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

SAYMON GERTRUDES PIMENTA DE ALMEIDA

**ANÁLISE DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE DOIS CORAIS DA FAMÍLIA
ZOANTHIDAE CULTIVADOS EM AQUÁRIOS**

FORTALEZA

2021

SAYMON GERTRUDES PIMENTA DE ALMEIDA

ANÁLISE DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE DOIS CORAIS DA FAMÍLIA
ZOANTHIDAE CULTIVADOS EM AQUÁRIOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A451a Almeida, Saymon Gertrudes Pimenta de.
Análise de desempenho zootécnico de dois corais da família Zoanthidae cultivados em aquários /
Saymon Gertrudes Pimenta de Almeida. – 2021.
30 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho .
1. Aquariofilia. 2. Reabilitação de recifes. 3. Zoanthus. 4. Conservação ex situ. 5. LED. I. Título.
CDD 639.2
-

SAYMON GERTRUDES PIMENTA DE ALMEIDA

ANÁLISE DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE DOIS CORAIS DA FAMÍLIA
ZOANTHIDAE CULTIVADOS EM AQUÁRIOS

Monografia apresentada Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em: 30 / 08 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.a Dr.a Soraia Barreto Aguiar Fonteles
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Prof. Dr. Ítalo Régis Castelo Branco Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Aos meus pais, Sergio de Sousa Almeida e
Francisca Silvia Ferreira Pimenta, por todo o
incentivo para os estudos e contribuição para
minha formação como pessoa.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Francisca Silvia Ferreira Pimenta, por todas as batalhas que enfrentou para me manter como filho, desde a infância, por todo o amor e carinho, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e por toda a paciência.

Em homenagem ao meu pai, Sergio de Sousa Almeida, por todo o empenho para me manter como filho, desde a infância, por minha formação de valores e por todas as lições sobre a vida. Sei que estaria muito feliz com minha conquista acadêmica.

Ao Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho, pela excelente orientação, pela coragem em topar orientar um trabalho sobre cultivo de corais e por ser um professor que realmente se importa com os seus alunos.

Ao Prof. Dr. José Renato Oliveira César, por proporcionar experiências com aquicultura ornamental e primeiros ensinamentos dentro da Universidade Federal do Ceará, enquanto estagiário de seu laboratório.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof.a Dr.a Soraia Barreto Aguiar Fonteles e Prof. Dr. Ítalo Régis Castelo Branco Rocha pelo tempo, pela dedicação, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Alice Frota Feitosa e em homenagem a Gabriel Chagas de Lima por toda a paciência com minhas falhas, por me apresentarem o mundo do ativismo ambiental, pelos conselhos e por me inspirarem como pessoa.

Aos amigos de graduação Fernando Pablo Silva Oliveira e Marques Matos Maciel por todas as risadas, conselhos e parceria em diversos projetos e disciplinas durante a graduação.

A todos da minha família que me incentivaram, torceram por mim e permaneceram ao meu lado nos momentos mais difíceis, aconselhando e auxiliando nas mais diversas situações.

A todos que eu não citei, mas que cruzaram meu caminho neste período trazendo luz, inspiração e boas lembranças.

“Em nosso âmago, residem poderes adormecidos, poderes que podem nos deixar atônitos, que nunca sonhamos possuir; forças que revolucionariam nossas vidas se acordadas e colocadas em ação” (Orison Marden).

RESUMO

Os corais do gênero *Zoanthus* apresentam ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais, sendo comum na costa do Nordeste brasileiro, porém estão sobre constantes ameaças antropogênicas, apesar da sua grande importância ecológica e abundância, ainda é pouco estudado. Assim, este trabalho visou avaliar o desempenho de dois morfotipos de *Zoanthus* sp. cultivados em um sistema de baixo custo e manutenção. Para o desenvolvimento da pesquisa, o cultivo foi realizado no período de fevereiro a junho de 2021, sendo as matrizes de *Zoanthus* sp. obtidas no comércio local, em Fortaleza/CE, dos quais foram escolhidos dois morfotipos: “zoanthus fire and ice” e “zoanthus rasta”, fixados em bases de cimento e, posteriormente, transferidos para o aquário de cultivo, com controle diário de parâmetros ambientais e trocas parciais da água a cada duas semanas. Os dados foram submetidos ao teste *t-Student* com alfa de 0,05, em par para a média. Os resultados mostraram não haver diferença estatística do desempenho zootécnico dos dois corais. Embora o manejo aplicado tenha sido capaz de manter os animais crescendo satisfatoriamente, recomenda-se que melhorias sejam realizadas em cultivos posteriores.

Palavras-chave: aquarioria; reabilitação de recifes; *Zoanthus*; conservação ex situ; LED.

ABSTRACT

Corals of the genus *Zoanthus* have a wide distribution in tropical and subtropical regions, being common on the coast of Northeastern Brazil, but they are under constant anthropogenic threats, despite their great ecological importance and abundance, it is still poorly studied. Thus, this work aimed to evaluate the performance of two morphotypes of *Zoanthus* sp. cultivated in a low cost and maintenance system. For the development of the research, the cultivation was carried out from February to June 2021, with the matrices of *Zoanthus* sp. obtained in local commerce, in Fortaleza/CE, from which two morphotypes were chosen: "zoanthus fire and ice" and "zoanthus rasta", fixed in cement bases and later transferred to the cultivation aquarium, with daily control of parameters environmental and partial water changes every two weeks. Data were submitted to Student's t-test with an alpha of 0.05, in pairs for the mean. The results showed no statistical difference in the zootechnical performance of the two corals. Although the applied management has been able to keep the animals growing satisfactorily, it is recommended that improvements be made in later cultivations.

Keywords: aquarium; reef rehabilitation; *Zoanthus*; ex situ conservation; LED.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz de “zoanthus fire and ice” utilizada para a obtenção das mudas cultivadas no experimento. Foto feita sob a luz azul dos LEDs do aquário.....	14
Figura 2 – Matriz de “zoanthus rasta” utilizada para a obtenção das mudas cultivadas no experimento. Foto feita sob a luz azul dos LEDs do aquário	15
Figura 3 – Formas plásticas com cimento branco, durante a confecção das bases	16
Figura 4 – LED’s instalados na barra de alumínio e em funcionamento.....	16
Figura 5 – <i>Calcinus tibicen</i> e as mudas de <i>Zoanthus</i> sp. No aquário.....	18
Figura 6 – Aquário de cultivo com os equipamentos.....	18
Figura 7 – Mudras de três pólipos feitas do coral <i>Zoanthus</i> sp., antes de serem coladas nas bases	19
Figura 8 – Mudras coladas nas bases de cimento branco e distribuídas em DIC na parte central do aquário, sob iluminação dos LEDs azul royal	20
Figura 9 – Padrão de cores utilizados nos testes de alcalinidade.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores de alcalinidade apontados nos testes durante as semanas de cultivo.....	23
Gráfico 2 – Valores de nitrato apontados nos testes durante as semanas	24
Gráfico 3 – Média de pólipos por muda obtida nas observações realizadas semanalmente	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampere
CE	Ceará
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
dKH	Graus de Dureza em Carbonatos
LED	Diodo Emissor de Luz
LEDs	Diodos Emissores de Luz
PE	Pernambuco
PVC	Policloreto de Vinila
TPA	Troca Parcial de Água
TPAs	Trocas Parciais de Água
V	Volt
W	Watt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA	14
2.1	Matrizes	14
2.2	Bases e substrato	15
2.3	Iluminação	16
2.4	Filtragem	17
2.5	Controle de temperatura	17
2.6	Controle de salinidade, cálcio, magnésio e reserva alcalina	17
2.7	Controle de algas	17
2.8	Aquário	18
2.9	Mudas	19
2.10	Cultivo	20
2.11	Acompanhamento dos parâmetros físicos e químicos	20
2.12	Acompanhamento do crescimento das mudas	21
2.13	Análise estatística	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
3.1	Manutenção dos parâmetros físicos e químicos	22
3.2	Crescimento das mudas	26
4	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A Ordem Zoantharia é composta por cnidários bentônicos marinhos e os indivíduos desse grupo são popularmente chamados de zoantídeos. Pertencem ao Filo Cnidaria, Classe Anthozoa e Subclasse Hexacorallia. Os zoantídeos tem distribuição cosmopolita de climas temperados a tropicais, existindo diversos estudos no Brasil e no mundo (RABELO, 2007; RABELO *et al.*, 2015; KUMARI *et al.*, 2016).

O gênero *Zoanthus* apresenta distribuição cosmopolita em águas rasas (<30 m) nas zonas tropicais e subtropicais (REIMER, 2006). Segundo Aires (2015), este gênero é comum na costa nordestina, mas apesar da sua grande importância ecológica e abundância ainda é pouco estudado, aponta o grande número de morfotipos em desacordo com os poucos relatos de espécie, salientando que pode haver espécies ainda não descritas ou com erro na identificação.

Estudos locais sobre a ecologia dos zoantídeos foram realizados. Padilha (2015) estudou, em Porto de Galinha/PE, a plasticidade da espécie *Zoanthus sociatus* e verificou que esta possui uma estratégia que favorece o processo de adaptação da espécie, tanto para distúrbios naturais quanto para distúrbios antrópicos. Vale destacar Rabelo *et al.* (2013) que estudaram as interações competitivas entre zoantídeos no Nordeste do Brasil.

Estudos apontam que os zoantídeos são vulneráveis aos impactos antropogênicos. Rocha *et al.* (2020) usaram a espécie *Zoanthus sociatus* para conhecer como microplásticos podem afetar estes corais, resumidamente, a presença de microplásticos altamente densos, em uma concentração de 10 mg L⁻¹, alterou a eficiência fotossintética dos endossimbiontes de *Z. sociatus* e induziu estresse oxidativo após quatro dias de exposição, enquanto a presença de microplásticos menos densos não causou efeito. Os mesmos autores concluem que a presença de microplásticos juntamente com outros agentes estressores podem levar estes corais a estágios críticos e promover mudanças na comunidade recifal. Estudos mostram que outras espécies de corais também apresentam sensibilidade aos microplásticos (LANCTÔT *et al.*, 2020; MENDRIK *et al.*, 2021).

O cultivo de corais pode ser aplicado a várias necessidades de restauração recifal e representa uma ferramenta prática e promissora para a reabilitação de recifes de coral degradados (BONGIORNI *et al.*, 2011). Siqueira *et al.* (2018) apontam que o cultivo de corais no Ceará é uma atividade economicamente viável.

Estudos vêm sendo realizado para avaliar como alguns parâmetros, como temperatura e iluminação por exemplo, influenciam no crescimento de corais em cultivos.

Reynaud *et al.* (2004), em estudos com a espécie *Acropora verweyi* observaram maior calcificação da espécie nas maiores temperaturas e intensidades luminosas testadas em seu experimento. Ribau (2011) também testou o efeito de diferentes regimes luminosos na atividade fotossintética de dinoflagelados endosimbiontes do coral *Discosoma* sp. obtendo melhores resultados de eficiência fotossintética em um dos tratamentos.

Os estudos sobre o cultivo de espécies da Ordem Zoantharia ainda são escassos, em especial sobre o gênero *Zoanthus*. Assim, diante da vulnerabilidade que possuem em relação aos microplásticos e outros agentes estressores, o cultivo de espécies desse gênero se torna importante, principalmente pelo seu potencial para a restauração de recifes degradados e também como atividade econômica.

Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar o desempenho zootécnico de dois morfotipos de *Zoanthus* sp. em um sistema de baixo custo e manutenção, avaliando se o manejo simplificado foi capaz de manter parâmetros adequados para o cultivo dos mesmos.

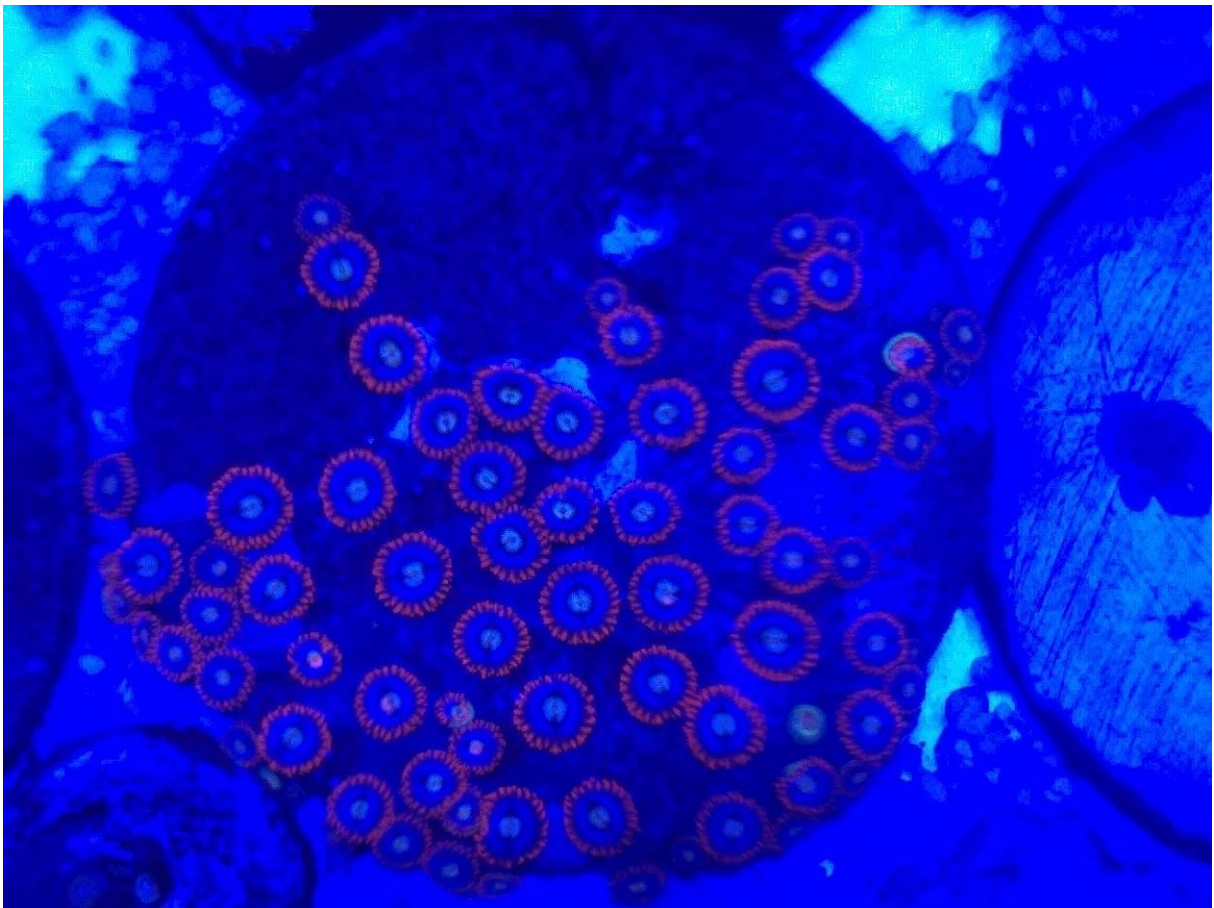
2 METODOLOGIA

2.1 Matrizes

As matrizes de *Zoanthus* sp. foram adquiridas no comércio local, em Fortaleza/CE, e mantidas em um aquário sob luz de LED desde setembro de 2020. Este processo buscou garantir que os animais estivessem bem aclimatados e saudáveis.

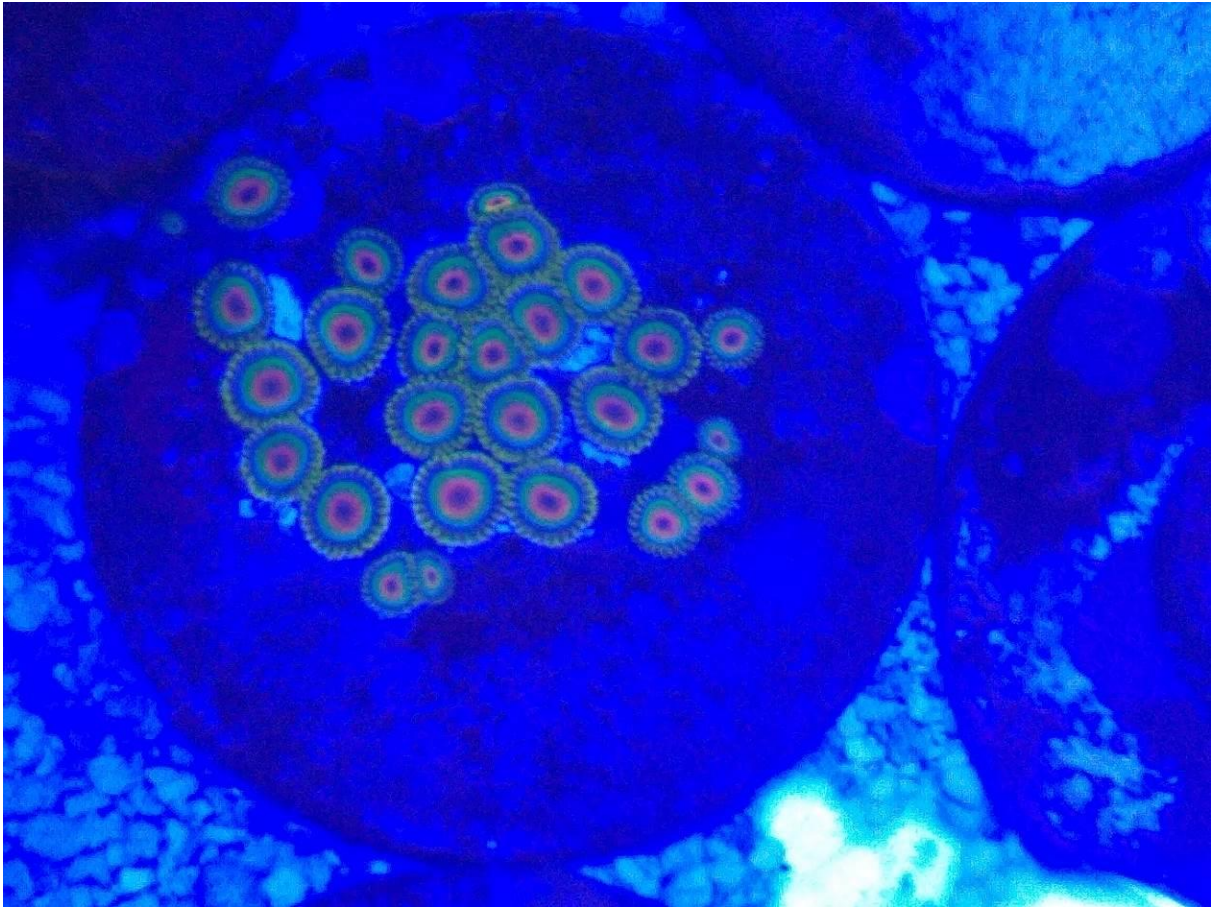
Foram escolhidos dois morfotipos de corais do gênero *Zoanthus*. O primeiro morfotipo é conhecido comercialmente como “zoanthus fire and ice” (FIGURA 1) e o segundo é conhecido comercialmente como “zoanthus rasta” (FIGURA 2). Os indivíduos foram fixados em bases de cimento até o início do experimento.

Figura 1 – Matriz de “zoanthus fire and ice” utilizada para a obtenção das mudas cultivadas no experimento. Foto feita sob a luz azul dos LEDs do aquário.



Fonte: Autor (2021).

Figura 2 – Matriz de “zoanthus rasta” utilizada para a obtenção das mudas cultivadas no experimento. Foto feita sob a luz azul dos LEDs do aquário.

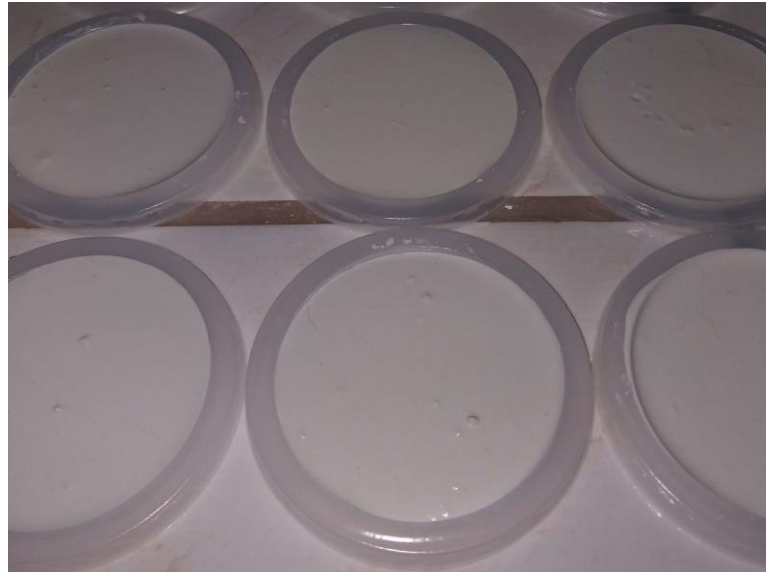


Fonte: Autor (2021).

2.2 Bases e substrato

Foram utilizadas duas bases para a fixação das matrizes e dezesseis bases para a fixação das mudas. As bases tinham 6 cm de diâmetro e menos de 1 cm de espessura, sendo compostas 100% de cimento branco. Para a confecção das bases, o cimento foi preparado e posto em formas plásticas (FIGURA 3) onde permaneceu por 1 dia. Após o endurecimento, as bases foram submersas em água doce por 1 semana para que liberassem nesta água substâncias indesejadas. Para a fixação dos corais nas bases, foi utilizado o adesivo instantâneo profissional Tekbond 793®. Como substrato do aquário do experimento foi utilizado 1 kg de halimeda.

Figura 3 – Formas plásticas com cimento branco, durante a confecção das bases.



Fonte: Autor (2021).

2.3 Iluminação

Foi confeccionada para o experimento uma luminária composta por quatro chips Cree LED® de 3 W na cor azul royal. Para ajustar o foco de luz dos LEDs, foram utilizados 4 lentes de 60° próprias para LEDs. Os chips de LED foram colados com cola térmica a uma distância de 6,5 cm entre eles em uma barra de alumínio retangular de 2,5 cm de altura, 5 cm de largura e 30 cm de comprimento. Esta barra também é conhecida como “régua de pedreiro”. Quanto a instalação, os chips foram soldados em série e ligados em uma fonte de 12 V e 2,5 A. O conjunto: chips de LEDs, barra de alumínio e lentes ficou organizado conforme a Figura 4. A barra de alumínio com LEDs foi instalada 34 cm do fundo do aquário.

Figura 4 – LED's instalados na barra de alumínio e em funcionamento.



Fonte: Autor (2021).

2.4 Filtragem

Para a filtragem e circulação foi utilizado um filtro externo modelo HF-600, de 650 litros por hora, da marca OceanTech®. Foi removido do filtro a placa com carvão ativado e manta acrílica. Foi adicionado, no mesmo, 360 g de anéis cerâmicos e um pedaço de manta acrílica de 12 x 12 cm.

O filtro, que tem vazão ajustável, permaneceu em vazão máxima. Para o estabelecimento da filtragem biológica foi utilizado o produto Stability® da empresa Seachem®, conforme as indicações do fabricante para aquários novos e após as trocas parciais de água do aquário.

2.5 Controle de temperatura

Para o controle de temperatura, um termostato digital W1209® foi ligado a uma ventoinha 12 x 12 cm de 12 V. A ventoinha e o termostato foram acoplados na lateral do aquário e programados para manter a água entre 28 e 28,5 °C. É válido ressaltar que essa configuração é capaz apenas de resfriar a água, o ambiente, no Nordeste brasileiro, geralmente faz o aquecimento.

2.6 Controle de salinidade, cálcio, magnésio e reserva alcalina

A água utilizada no experimento foi água do mar natural filtrada, fornecida pela empresa KeepAqua®. Salinidade foi ajustada, quando necessário, com auxílio de um refratômetro. A evaporação de água foi observada diariamente, através da altura da coluna d'água, e a reposição da água evaporada foi feita sempre que necessário com água de filtro com deionizador e reverse osmose. O objetivo desta manutenção é manter a salinidade em 32. Para manutenção de cálcio, magnésio e reserva alcalina foi escolhido a linha Barrak Balling – Advanced Dosing System® e objetivou-se manter a reserva alcalina em 7,3 dKH.

2.7 Controle de alga

Quando observado um aumento exagerado das algas, foi adicionado ao aquário paguros da espécie *Calcinus tibicen* (FIGURA 5) ou foi feita uma limpeza manual com auxílio de uma escova de dente.

Figura 5 – *Calcinus tibicen* e as mudas de *Zoanthus* sp. no aquário.



Fonte: Autor (2021).

2.8 Aquário

O aquário utilizado no cultivo das mudas tem 50 cm de comprimento, 25 cm de largura e 30 cm de altura e foi cheio com 32 litros de água salgada natural. O filtro externo foi acoplado em sua lateral. Termostato, ventoinha e luminária foram postos em seus lugares com o auxílio de uma armação de canos de PVC de 20 mm, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Aquário de cultivo com os equipamentos.



Fonte: Autor (2021).

2.9 Mudanças

As matrizes foram colocadas em um recipiente contendo 50% de água do aquário onde estavam e 50% de água do aquário onde seria levadas as suas mudas. Com auxílio de uma lâmina metálica removida de estilete, mudas com três pólipos foram retiradas cuidadosamente do coral matriz. Após as mudas serem retiradas da matriz, como mostra a Figura 7, foram fixadas nas bases de cimento branco e levadas ao aquário de cultivo. Foram feitas oito mudas do coral “zoanthus fire and ice” e oito mudas do coral “zoanthus rasta”.

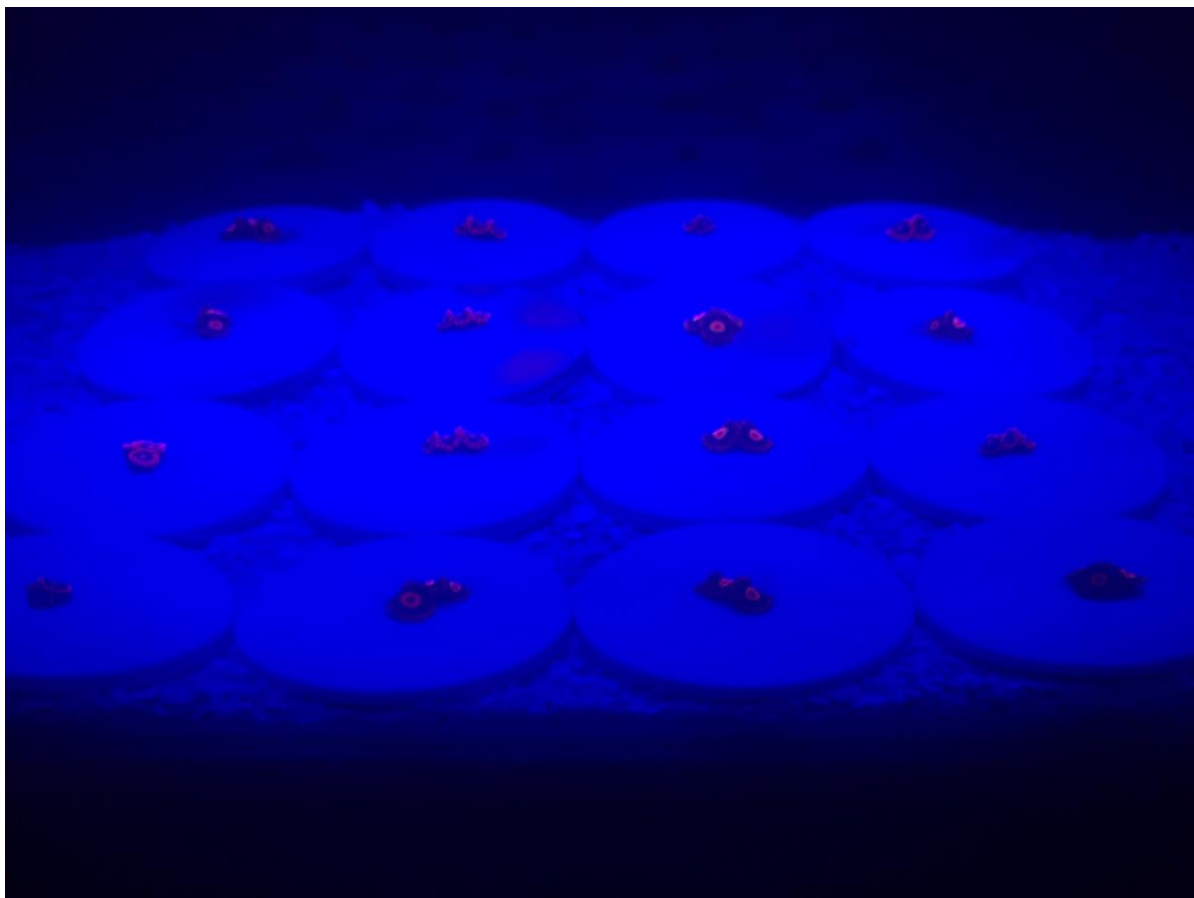
Figura 7 – Mudanças de três pólipos feitas do coral *Zoanthus* sp., antes de serem coladas nas bases.



Fonte: Autor (2021).

As mudas, fixadas nas bases, foram distribuídas na parte central do aquário, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), como mostra a Figura 8. Em caso da muda se desprender da base, por falha na colagem ou por ação dos paguros, a reposição da muda foi feita.

Figura 8 – Mudas coladas nas bases de cimento branco e distribuídas em DIC na parte central do aquário, sob iluminação dos LEDs azul royal.



Fonte: Autor (2021).

2.10 Cultivo

O experimento foi realizado em ambiente isolado localizado na Av. Mozart Pinheiro de Lucena – Fortaleza/CE. Além de todos os cuidados anteriormente citados, o aquário recebeu trocas parciais de água (TPAs) de 20% a cada duas semanas. Sempre nas TPAs a manta acrílica do filtro foi removida e repostou outra limpa. Alguns testes de qualidade de água foram realizados semanalmente, antes das TPAs quando era semana de TPA. A iluminação contou com um timer digital que manteve o fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro. O cultivo foi realizado por 16 semanas entre fevereiro de 2021 e junho de 2021.

2.11 Acompanhamento dos parâmetros físicos e químicos

Os valores de reserva alcalina e salinidade foram verificados semanalmente aos domingos. Os valores de nitrato foram verificados a cada duas semanas aos domingos. Para

aferir as concentrações de nitrato e reserva alcalina foram utilizados os testes da Aquaforest®. A salinidade foi aferida com um refratômetro.

2.12 Acompanhamento do crescimento das mudas

O acompanhamento do crescimento das mudas foi feito semanalmente, aos domingos. Para a mensuração do crescimento das mudas foram considerados o número de pólipos de cada uma. Para a contagem dos pólipos foram considerado os pólipos abertos, os parcialmente abertos e os fechados. Pois alguns fatores podem fazer os pólipos não estarem abertos durante a contagem, mas eles ainda estão vivos. A contagem sempre foi feita com a luminária ligada, observando sempre pelo vidro frontal ou por cima.

2.13 Análise estatísticas

Os dados de desempenho dos animais cultivados foram submetidos ao teste *t-Student* com alfa de 0,05, em par para a média.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Manutenção dos parâmetros físicos e químicos

No primeiro dia de cultivo a alcalinidade foi ajustada para 7,3 dKH com o uso da linha Barrak Balling – Advanced Dosing System®. A linha não foi utilizada durante a primeira semana, para que no teste de alcalinidade da segunda semana fosse observado o consumo ou não dos elementos e a partir disto calcular a dosagem dos produtos da linha. Porém, observou-se um aumento inesperado e significativo da alcalinidade. Esta, subiu de 7,3 dKH para 9,8 dKH. Desta forma, optou-se por utilizar a linha apenas quando houvesse a necessidade de reposição dos elementos. Não houve necessidade até o fim do experimento. Por conta disto, a eficiência da linha para a manutenção dos valores de cálcio, magnésio e reserva alcalina não pôde ser testada.

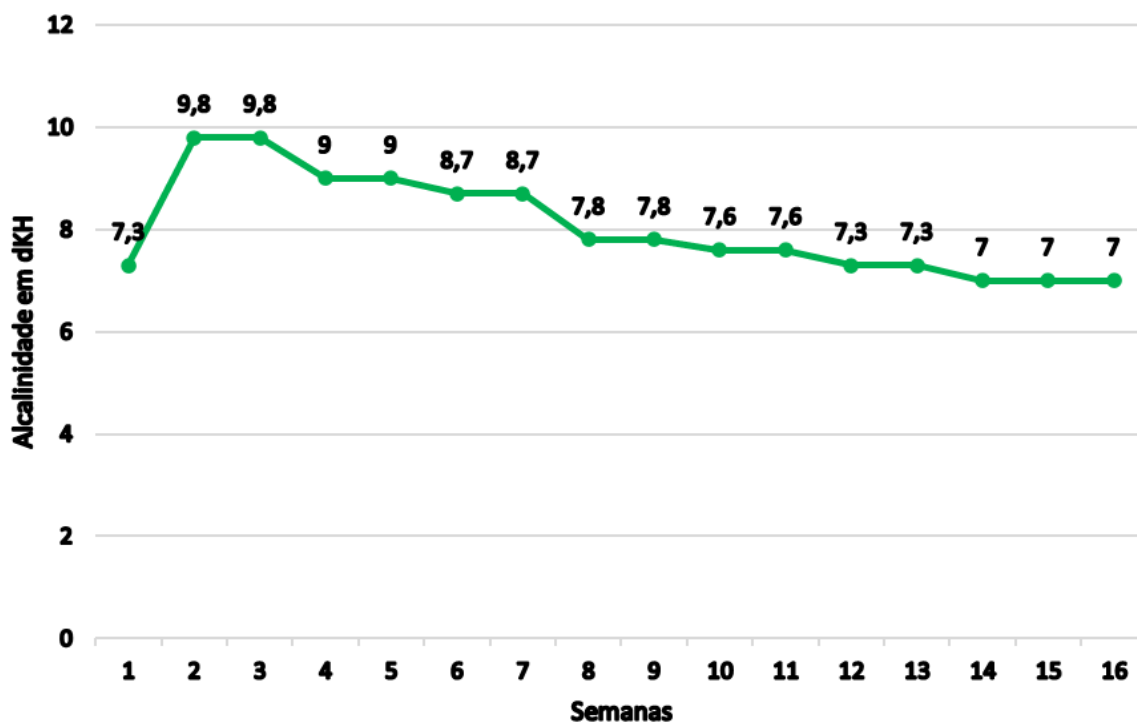
Não houve como afirmar o motivo do aumento dos valores de reserva alcalina durante a primeira semana. Porém, existe a possibilidade deste aumento ter acontecido por conta da halimeda ou das bases de cimento, que são fontes de minerais e podem ter cedido algo para a água. Estudos sobre o uso destes materiais em aquários de água salgada podem ser feitos para confirmar se estes são capazes de causar distúrbios nos valores de reserva alcalina, em caso afirmativo sua utilização deve ser feita com mais cautela. Pois, estudos que alcançam o sucesso no cultivo de corais têm mantido as concentrações de minerais constantes ao longo do experimento (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Testes devem ser realizados principalmente com as bases de cimento, já que existe poucos relatos de seu uso como base para corais e foi observado distúrbios de alcalinidade, morte de paguros e florescimento de algas durante o experimento.

O retorno dos valores de reserva alcalina para valores próximos aos desejados ocorreu com o auxílio das trocas parciais de água (TPAs). No Gráfico 1, observa-se com clareza que sempre após as TPAs, que ocorriam a cada duas semanas, houve reduções dos valores de reserva alcalina. Isto mostra que as TPAs podem ser utilizadas nesse ajuste. No caso deste experimento, a redução ocorreu já que a água utilizada para fazer a reposição durante as TPAs possuía 6,3 dKH de reserva alcalina o que causava diluição da água do aquário a cada manejo.

No Gráfico 1, observa-se que entre as TPAs não foi verificado redução nos valores de reserva alcalina. Isto, pode ser um indicativo que o gênero *Zoanthus* estudado neste experimento, sob as condições de cultivo testadas e na densidade de estocagem aplicada, não

reduzem de forma significativa os valores de reserva alcalina. Esta redução pode ocorrer em sistemas fechados de água salgada povoada por animais marinhos (GOLDIZEN, 1970).

Gráfico 1 – Valores de alcalinidade apontados nos testes durante as semanas de cultivo.



Fonte: Autor (2021).

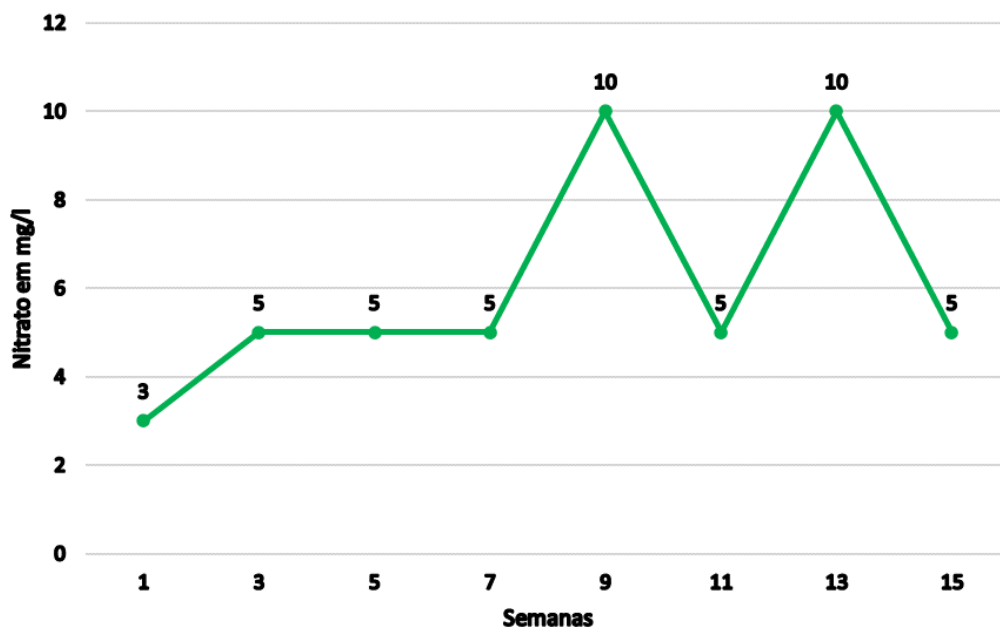
A discussão sobre a possibilidade do manejo aplicado neste experimento ser capaz de manter o nitrato em níveis adequados se tornou difícil por dois motivos. O primeiro motivo é que houve no aquário a mortalidade de alguns paguros que foram adicionados para comer as algas, porém o dia em que eles morreram não foi identificado. Desta forma, fica difícil afirmar se os picos de nitrato observados no Gráfico 2 foram causados por estas mortalidades. O segundo motivo é a dificuldade de leitura do teste de nitrato da Aquaforeste® para as concentrações mais altas de nitrato, o que pode ter causado erros de precisão na hora de mensurar a concentração de nitrato.

O crescimento de algas filamentosas foi observado durante o experimento. Potts (1977) observou em ambiente natural que uma espécie de coral foi negativamente afetada por conta do crescimento de algas filamentosas, este crescimento teria como motivação a redução das pressões de pastagens realizadas por uma espécie de peixe herbívoro. Da mesma forma, podem ser testados em cativeiro a utilização de animais herbívoros para controle destas algas. Neste experimento, a espécie *Calcinus tibicen* foi eficiente inicialmente no combate às algas,

porém, os indivíduos apresentaram apatia seguida de morte. Não foi encontrado explicação para a morte destes animais e optou-se por fazer a retirada das algas de forma manual após este acontecimento. MCCOOK (2001) observou, na natureza, uma espécie de coral sendo superior na competição contra algas filamentosas, mesmo em condições eutróficas. Logo, mais estudos são necessários para entender esta competição e como manejar essa disputa em cultivos de corais.

Sobre os paguros da espécie *Calcinus tibicen*, utilizados no experimento, não foram encontrados trabalhos sobre seu hábito alimentar. Porém, após sua colocação no aquário houve uma expressiva redução das algas filamentosas, sendo este um indício que se trata de um animal de hábitos alimentares herbívoros. Segundo uma análise de literatura realizada por Rieger (1997), esta espécie de paguro pode ser encontrada no Oceano Atlântico Ocidental, e no Brasil sua distribuição ocorre desde o Ceará até Santa Catarina. Brown & Edmunds (2012) observaram na natureza esta espécie vivendo em associação com corais *Millepora* spp. e sugerem que os paguros da espécie *Calcinus tibicen* procuram esse coral para garantir um refúgio diurno de predadores e essa relação não gera consequências negativas para o coral. Considerando a eficiente predação de algas que o *Calcinus tibicen* faz no aquário e o relato já existente de sua boa relação com corais na natureza, esta espécie de paguro é promissora como candidata para realizar o consumo de algas em cultivo de corais.

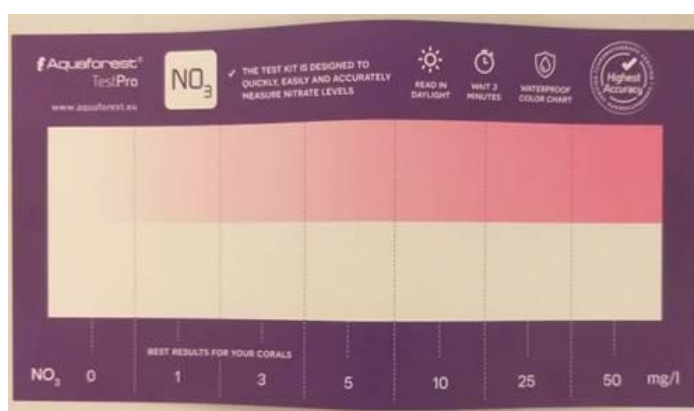
Gráfico 2 – Valores de nitrato apontados nos testes durante as semanas.



Fonte: Autor (2021).

Na Figura 9, observa-se a dificuldade de leitura do teste de nitrato da Aquaforest®, em especial do quarto ao sétimo ponto de leitura. Do primeiro ao quarto ponto de leitura do teste existe a mudança na concentração de 0 até 5 mg/L de nitrato, com uma boa mudança na escala de cor que devemos comparar o resultado. Porém, do quarto ao sétimo ponto de leitura existe uma grande mudança na concentração que vai de 5 até 50 mg/L de nitrato para uma mudança muito sutil na escala de cor em que devemos comparar o resultado. Esta falha, pode causar erros de leitura mais significativos. O teste é mais seguro se a concentração testada for entre 0 e 5 mg/L de nitrato.

Figura 9 – Padrão de cores utilizados nos testes de alcalinidade.



Fonte: Autor (2021).

A manutenção da temperatura com o termostato testado tem a vantagem de ser um investimento de baixo custo. Porém, o termostato demonstrou ser pouco preciso ao mensurar a temperatura do aquário. Durante uma observação do seu visor, ele variou de 25,6 até 28,3 °C em menos de 3 minutos o que é um indicativo de sua imprecisão, pois a temperatura em aquário não muda naturalmente com essa velocidade. Isto deixa em dúvida também se o termostato digital manteve a temperatura do aquário dentro do que foi programado para fazer. Considerando que a temperatura é um fator que afeta a importante simbiose que os corais mantêm com microrganismos de seus tecidos (AINSWORTH; HOEGH-GULDBERG, 2009; FUJISE *et al.*, 2013), a escolha do mecanismo para controle de temperatura do cultivo merece atenção. Vale destacar que a sensibilidade às mudanças de temperatura pode ser diferente nas espécies de corais ou tipos de simbiontes (FUJISE *et al.*, 2013). Assim, a necessidade de mecanismos de controle de temperatura eficientes pode variar conforme a sensibilidades das espécies que se deseja cultivar. Hissa *et. al.* testaram a resistência de três corais quanto ao aumento de temperatura em laboratório e o coral do gênero *Zoanthus* foi o mais resistente, sendo o único a não branquear por completo quando submetido a uma temperatura de 40 °C por uma semana. Considerando isto, o gênero *Zoanthus* pode ser pouco exigente quanto ao

controle de temperatura do aquário, mas optar por um bom sistema para controle desta pode proporcionar maior saúde e desempenho zootécnico dos mesmos.

A luminária testada foi capaz de manter os zoantídeos crescendo. Foi observado também o acúmulo de umidade na luminária. Nesse contexto, é interessante testar o uso da luminária com uma maior distância do fundo do aquário. Assim, pode diminuir a umidade que se acumula na luminária. Deve-se avaliar se o crescimento dos corais se mantém após o distanciamento da luminária do aquário. Pois, diferentes regimes luminosos interferem na fotossíntese realizada pelos endosimbiontes que vivem nos corais (RIBAU, 2010). Esse sistema com iluminação caseira parece apresentar grande vantagem econômica, pois Siqueira *et. al.* (2018) apresentaram um investimento de R\$19.048,50 em luminárias de LED, observado em um cultivo comercial de corais, para manter 5 metros quadrados de área cultivável. No presente experimento, o gasto com os materiais utilizados para confeccionar a luminária foi de aproximadamente R\$50,00 para 0,125 metros quadrados de área cultivável. Assim, para 5 metros quadrados o investimento seria de R\$2.000,00, bem inferior ao observado por Siqueira *et. al.* (2018).

3.2 Crescimento das mudas

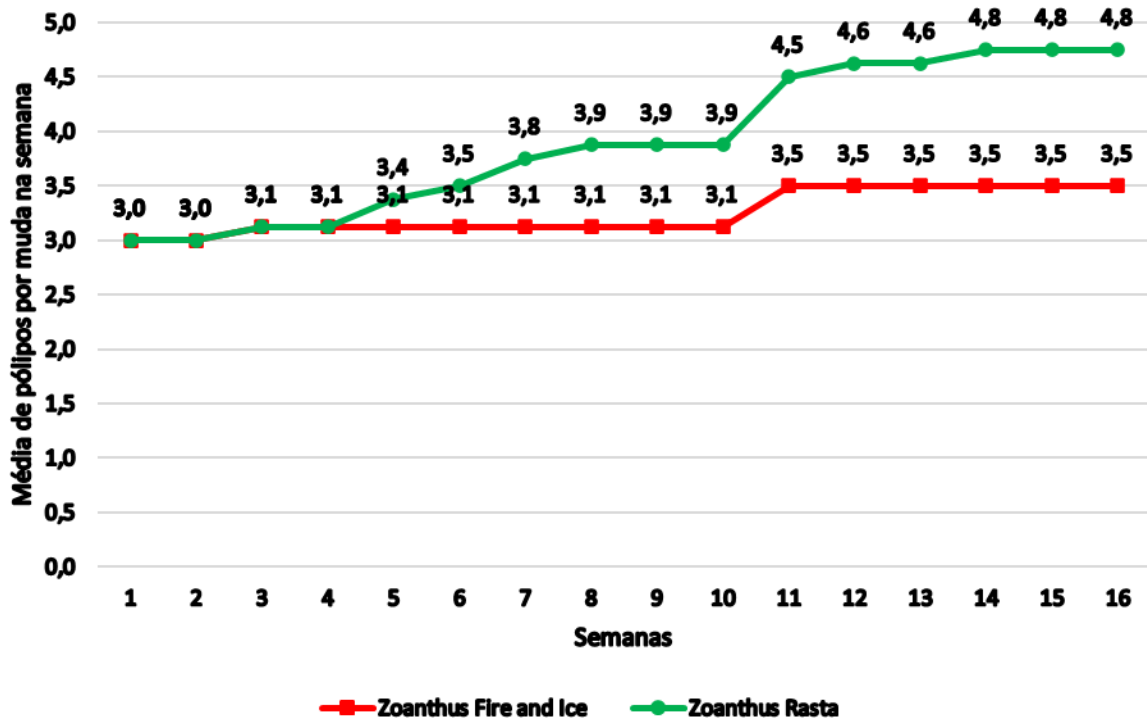
Os dois morfotipos de *Zoanthus* sp. apresentaram crescimento durante o experimento. Como pode ser visto no Gráfico 3, o “zoanthus rasta” foi o morfotipo com maior crescimento. Porém, comparando por teste t-Student ao nível de 5%, não foi observado diferença estatística entre o crescimento dos dois morfotipos. É possível que em um tempo maior de cultivo, ou sob outras condições de cultivo, diferença estatística possa ser observada. Vale destacar que não houve mortalidade das mudas, mas uma muda do morfotipo “fire and ice” se soltou da base e necessitou ser colada novamente. A cola utilizada para fixar os corais no experimento também está em teste para essa finalidade, mas aparentemente, não causou danos ao sistema.

Considerando a variação de reserva alcalina durante todo o cultivo é provável que o desempenho zootécnico dos corais tenha sido afetado de maneira negativa. Além disto, soma-se o termostato digital pouco preciso que pode ter causado estresse térmico dos zoanhtídeos e reduzido também seu desempenho zootécnico. O período em que as algas ficaram fora de controle é outro fator que pode ter diminuído o crescimento dos animais. E nesse contexto, os dois morfotipos de *Zoanthus* cultivados podem apresentar, em outras

condições de cultivo, melhores desempenhos zootécnicos que os encontrados no presente trabalho.

O desempenho zootécnico que os zoantídeos apresentaram neste experimento e a perspectiva de maior crescimento em melhores condições de cultivo apontam que o cultivo em aquários do gênero *Zoanthus* apresenta potencial para recuperação de áreas recifais degradadas. Steinberg (2021) constatou que o cultivo de mudas em sistema de recirculação apresenta melhores resultados de crescimento quando comparados a cultivo *in situ* e que a longevidade dos recifes depende de técnicas como essa que conseguem aumentar a cobertura de corais rapidamente.

Gráfico 3 – Média de pólipos por muda obtida nas observações realizadas semanalmente.



Fonte: Autor (2021).

4 CONCLUSÃO

Não houve mortalidade das mudas e o manejo empregado possibilitou o crescimento dos zoantídeos cultivados, no entanto, poderia ser acentuado se houvesse correção de algumas falhas do sistema testado, tais como: a variação de reserva alcalina, imprecisão do termostato digital, proliferação de algas e umidade na luminária. Destaca-se ainda que o uso das bases de cimento branco, para fixação de corais, precisa ser mais estudado.

Sobre o desempenho zootécnico dos corais, nas condições testadas no experimento, o morfotipo “zoanthus rasta” apresentou a maior média no número de pólipos por muda ao fim do cultivo, porém sem diferença estatisticamente significativa, quando comparado ao “zoanthus fire and ice”.

Os paguros da espécie *Calcinus tibicen* devem ser testados novamente, pois são promissores no combate ao excesso de algas e, a mortalidade dos mesmos pode ter ocorrido por conta de uma falha pontual neste experimento.

No geral, o sistema de cultivo testado apresenta vantagens econômicas e é uma opção viável diante da necessidade do uso de técnicas de cultivo *ex situ* como ferramenta de gestão de recifes degradados. Para essa finalidade, deve ser replicado em larga escala e as melhorias apontadas devem ser aplicadas.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, T. D.; HOEGH-GULDBERG, O. Bacterial communities closely associated with coral tissues vary under experimental and natural reef conditions and thermal stress. **Aquatic Biology**, v. 4, p. 289-296, 2009.
- AIRES, R. H. D. **Diversidade do gênero *Zoanthus* Cuvier, 1800 (Cnidaria, Anthozoa, Zoantharia) em praias de Pernambuco e Alagoas, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2015.
- BONGIORNI, L. *et al.* First step in the restoration of a highly degraded coral reef (Singapore) by in situ coral intensive farming. **Aquaculture**, v. 322, p. 191–200, 2011.
- BROWN, D.; EDMUNDS, P. J. The hermit crab *Calcinus tibicen* lives commensally on *Millepora* spp. in St. John, United States Virgin Islands. **Coral Reefs**, v.32, p.127-135, 2013.
- FUJISE, L. *et al.* Expulsion of zooxanthellae (*Symbiodinium*) from several species of scleractinian corals: comparison under non-stress conditions and thermal stress conditions. **Galaxea, Journal of Coral Reef Studies**, v. 15, p. 29-36, 2013.
- GOLDIZEN, V. C. Management of closed-system marine aquariums. **Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen**, v. 20, p. 637-641, 1970.
- HISSA, D. C. Efeito da temperatura no branqueamento de corais: avaliação de potenciais bioindicadores do aquecimento global. **Arq. Ciênc. Mar**, v. 42, n. 2, p. 50-54, 2009.
- KUMARI, S. *et al.* Distribution pattern and community structure of zoanths (*Zoantharia*) along the coast of Saurashtra, Gujarat, India. **J. Mar. Biol. Assoc. U. K.** v. 96, p. 1577–1584, 2016.
- LANCTÔT, C. M. *et al.* Physiological stress response of the scleractinian coral *Stylophora pistillata* exposed to polyethylene microplastics. **Environmental Pollution**, 2020.
- MCCOOK, L. J. Competition between corals and algae turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. **Coral Reefs**, v. 19, p. 419-425, 2001.
- MENDRIK, F. M. *et al.* Species-specific impact of microplastics on coral physiology. **Environmental Pollution**, 2021.
- OLIVEIRA, M. D. M. *et al.* Cultivo de *Millepora alcicornis* como uma ferramenta para Restauração e Manejo dos Ecossistemas Recifais do Nordeste do Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 183-201, 2008.
- PADILHA, R. M. O. **Influência das condições ambientais na microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Zoanthidea) em recifes de Porto de Galinhas**. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, Brasil. 2015.

POTTS, D. C. Suppression of coral populations by filamentous algae within damselfish territories. **J. exp. mar. Biol. Ecol.**, v. 28, p. 207-216, 1977.

RABELO, E. F. **Distribuição Espacial e Interações Competitivas em Zoantídeos (Cnidaria: Zoanthidea) em um Ambiente de Recife de Arenito no Nordeste do Brasil.** 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

RABELO, E. F. *et al.* Competitive interactions among zoanths (Cnidaria: Zoanthidae) in an intertidal zone of Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, n. 1, p. 35-42, 2013.

RABELO, E. F. *et al.* Distribution pattern of zoanths (Cnidaria: Zoantharia) on a tropical reef. **Mar. Biol. Res.**, v. 11, p. 584–592, 2015.

REIMER, J. D. *et al.* Morphological and molecular revision of *Zoanthus* (Anthozoa: Hexacorallia) from southwestern Japan with description of two new species. **Zoological Science**, v. 23, p. 261-275, 2006.

REYNAUD, S. *et al.* Effect of light and temperature on calcification and strontium uptake in the scleractinian coral *Acropora verweyi*. **Marine Ecology-Progress Series**, v. 279, p. 105-112, 2004.

RIBAU, N. A. O. **Fotobiologia de *Discosoma* sp.:** efeito de diferentes regimes luminosos na actividade fotossintética dos seus dinoflagelados endosimbiontes *Symbiodinium* sp. Tese (Doutorado em Engenharia Zootécnica) – Universidade dos Açores, Açores. 2011.

RIEGER, P. J. Os “ermitões” (crustacea, decapoda, parapaguridae, diogenidae e paguridae) do litoral do Brasil. **Nauplius**, v. 5, n. 2, p. 99-124, 1997.

ROCHA, R. J. M. *et al.* Do microplastics affect the zoanthid *Zoanthus sociatus*? **Sci. Total Environ.**, v. 713, p. 136659, 2020.

SIQUEIRA, I. L. S.; MARQUES, C. H. P.; CARVALHO, R. M. Avaliação econômica do cultivo de corais no Estado do Ceará. **Agrarian**, v. 11, n. 41, p. 267-280, 2018.

STEINBERG, A. A. **Optimization of grow-out of bouldering coral microfragments: land vs. offshore nursery.** Thesis (Master of Science, Marine Science) - Nova Southeastern University, 2021.