



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Biologia Marinha

Pré-engorda de camarão tigre gigante *Penaes monodon* em diferentes sistemas de cultivo

Autora:

Deolinda Milocas Chaúque

Quelimane, 2018



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Biologia Marinha

Pré-engorda de camarão tigre gigante *Penaeus monodon* em diferentes sistemas de cultivo

Autora:

Deolinda Milocas Chaúque

Supervisor:

Dr. Manecas Baloi

Quelimane, 2018

CERTIFICADO

O abaixo-assinado certifica que o supervisor leu e recomenda para aceitação pela Universidade Eduardo Mondlane uma monografia intitulada: **Pré-engorda de camarão tigre gigante *Penaeus monodon* em diferentes sistemas de cultivo**, em cumprimento dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha.

Supervisor:

(Dr. Manecas Francisco Baloi)

Data 05 / 10 / 2018

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial a minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, a minha mãe, ao meu pai e aos meus irmãos.

Agradecimentos

A Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, a longo da minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A Universidade, sua direção, e administração só posso garantir que jamais sairão da minha memória instantes ímpares e que trouxeram conforto, alegria e a ambição necessária para alcançar esta etapa.

A AQUAPESCA, seus trabalhadores em especial ao Msc.Vicente Ernesto, deixo um agradecimento gigante pela oportunidade, pela paciência e ensinamentos e pelo apoio que deu em todos momentos que precisei, acima de tudo pela confiança depositada desde a concepção do tema até ao último momento da experiência.

Ao meu supervisor Dr. Manecas Baloi pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas correções, incentivo e revisão da redação até ao último momento do trabalho.

A todos os docentes por me proporcionar o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do carácter e afectividade da educação no processo de formação profissional, portanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

A minha mãe Auneta Sidumo, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Ao meu pai Paulo Chaúque que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu.

Obrigada meus irmãos Benedito Chaúque, Evanilda Chaúque, Anachásia Chaúque e Cristênia da Nácima e primos que nos momentos da minha ausência dedicado ao meu estudo, sempre fizeram entender que o futuro parte da constante dedicação no presente.

À pessoa com quem amo partilhar a vida Florêncio Ventura. Com você tenho me sentido mais viva de verdade. Obrigada pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

Meus agradecimentos aos amigos, em especial a Celência Rafael, Celso Bobone e Óscar Mazivila, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Declaração e compromisso de honra

Eu, Deolinda Milocas Chaúque declaro por minha honra que este trabalho de Licenciatura é da minha autoria e a informação aqui contida espelha fielmente os dados obtidos. E este trabalho nunca foi submetido em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau académico.

As contribuições dos outros autores neste trabalho foram devidamente citadas e referenciadas.

Assinatura

(Deolinda Milocas Chaúque)

Quelimane, Outubro de 2018

Resumo

Este trabalho teve como objectivo avaliar os diferentes sistemas de cultivo do camarão tigre gigante durante a fase da Pré-engorda. Para tanto foram realizados três experimentos: convencional (T1), Recirculação (T2) e Bioflocos (T3) com 3 réplicas cada na AQUAPESCA num período de 90 dias; As pós-larvas (PL) de camarão foram estocadas numa densidade de 2 PL m³ com peso inicial de 0,23 g (\pm 0,02 g) distribuídas em tanques circulares com capacidade de 400 litros. Foram alimentados com ração comercial para camarão (40% PB) duas vezes ao dia. A quantidade de ração ministrada aos camarões inicialmente foi de 8,17% da biomassa total, decrescendo até 2% no final do experimento. Analisaram-se as seguintes variáveis: oxigénio dissolvido, temperatura, pH, salinidade, amónia e sólidos totais. Para análise estatística, utilizaram-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($P < 0,05$). Observou-se que a temperatura, o oxigénio dissolvido, apresentaram uma média de 22°C (\pm 0,08), 23°C (\pm 0,05); 6,5mg/L (\pm 0,05), 6,3mg/L (\pm 0,08); Nos períodos da manhã e da tarde respectivamente. As médias finais foram de 7,4 \pm 0,08 de pH, 21ppt (\pm 0,05) de salinidade, 1,2mg/L (\pm 0,08) de NH³⁺ e 68mg/L (\pm 7,8) de sólidos totais. No final do experimento foi verificado o ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a taxa sobrevivência dos animais cultivados. Os camarões em Bioflocos apresentaram ganho de peso (7,9g) a taxa conversão alimentar aparente (0,8), sobrevivência (93%) não significativamente diferentes ($p < 0,05$) dos outros tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Pré-engorda, *Penaeus monodon*, BFT, RAS, qualidade da água.

Abstract

Biofloc technology (BFT) has emerged through the pursuit of techniques to make aquaculture more environmentally sustainable while maintaining high yield and profitability. This work aimed to evaluate the different systems of giant tiger shrimp during the pre-fattening phase. For that, three experiments conventional (T1), Recirculation (T2) and Bioflocos (T3) with three replicates were carrying out at AQUAPESCA in a period of 90 days; The shrimp post-larvae (PL) were stocked at a density of 2 PL/m³ with initial weight of 0.23 g (\pm 0.02 g) were distributed circular tanks with a capacity of 400 liters. The shrimp were fed commercial shrimp feed (40% CP) twice a day. The amount of feed given to the shrimp was initially 8.17% of the total biomass, decreasing up to 2% at the end of the experiment. The following variables were analyzed: dissolved oxygen, temperature, pH, salinity, ammonia and total solids. For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and Tukey test ($P < 0.05$) were used. It was observed that the temperature, the dissolved oxygen, presented a mean of 22°C (\pm 0, 08), 23°C (\pm 0, 05); 6.5mg / L (\pm 0.05), 6.3mg / L (\pm 0.08); in the morning and afternoon respectively. The final averages were 7.4 \pm 0.08 pH, 21ppt (\pm 0,05) salinity, 1.2mg / L (\pm 0,08) NH₃ + and 68mg / L (\pm 7,8) solids total. Monitoring of the growth of the animals was performed by weekly biometrics. At the end of the experiment, the weight gain, the apparent feed conversion, the survival rate of the cultivated animals were verified. The shrimp in Bioflocs presented weight gain (7.9g) at the apparent feed conversion rate (0.8), survival (93%) not significantly different ($p < 0.05$) from the other treatments.

KEY WORDS: Pre-fattening, *Penaeus monodon*, BFT, RAS, water quality.

Lista de abreviaturas

Sigla	Designação
<i>BFT</i>	<i>Biofloc Technology</i>
<i>C/N</i>	<i>Relação carbono / nitrogénio</i>
<i>RSA</i>	<i>Recirculating Aquaculture System</i>
<i>PL</i>	<i>Pós-larva</i>
<i>N₂</i>	<i>Nitrogenio</i>
<i>NH₃</i>	<i>Amónia</i>
<i>NO₂</i>	<i>Nitrito</i>
<i>NO₃</i>	<i>Nitrato</i>
<i>CO₂</i>	<i>Dióxido de carbono</i>
<i>O₂</i>	<i>Oxigénio</i>
<i>mg/l</i>	<i>Miligramas por litro</i>
<i>SST</i>	<i>Sólidos Suspensos Totais</i>
<i>PB</i>	<i>Proteína Bruta</i>
<i>g</i>	<i>Gramas</i>
<i>m²</i>	<i>Metros quadrado</i>
<i>m³</i>	<i>Metros cúbicos</i>
<i>°C</i>	<i>Graus Celsius</i>
<i>Ppt</i>	<i>Partes por mil</i>
<i>%</i>	<i>Percentagem</i>

Lista de figuras

Figura 1. AQUAPESCA-local de estudo	6
Figura 2. Disposição dos tanques de cultivo	7
Figura 3. Mostra instrumento usado na biometria	9
Figura 4. Salinómetro YSI30	23
Figura 5. Oxímetro YSI® 550 ^a	23

Lista de tabelas

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de água e sua frequência de medição	8
Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água (média \pm desvio padrão) monitorados durante o período experimental.....	10
Tabela 3. Índices zootécnicos dos juvenis de <i>Penaeus monodon</i> três tratamentos	11
Tabela 4. Análise de variâncias – Teste F	23
Tabela 5. Análise de variâncias – Teste t	23

Índice

CERTIFICADO	iii
Dedicatória	iv
Agradecimentos.....	v
Declaração e compromisso de honra.....	vi
Resumo.....	vii
Abstract	viii
<i>Lista de abreviaturas</i>	ix
Lista de figuras	x
Lista de tabelas	x
1. Introdução	3
2. Objectivos	4
2.1. Geral	4
2.2. Específicos.....	4
3. Problematização.....	4
2. Justificativa	5
5. Revisão de Literatura	5
5.1. Cultivo de camarão	5
5.1. Sistemas convencionais	6
5.2. Sistemas <i>BFT</i>	6
5.3. Sistemas de recirculação.....	8
6. Metodologia.....	9
6.1. <i>Área de Estudo</i>	9
6.2. Obtenção dos animais	9
6.3. Delineamento Experimental	10
6.4. Preparação das unidades experimentais e povoamento.....	10
6.5. Actividades realizadas	10
6.5.1. Monitoramento dos parâmetros físicos-químicos da água.....	10
6.5.2. Fertilização dos tanques de cultivo - <i>relação C/N</i>	11

6.5.3. Monitoramento das variáveis zootécnicas.....	12
6.5.4. Análise estatística.....	13
7. RESULTADOS.....	13
7.1. Parâmetros indicadores de qualidade de água.....	13
7.2. Desempenho zootécnico.....	13
8. DISCUSSÃO.....	14
8.1. Parâmetros indicadores de qualidade de água.....	14
8.2. Desempenho zootécnico.....	17
9.CONCLUSÃO.....	18
10.Bibliografia.....	19
Apêndices.....	21

1. Introdução

A produção mundial da aquacultura passou de 73.7 milhões de toneladas/ano em 2014 para 110.1 milhões de toneladas/ano em 2016 (FAO, 2018). Em 2016, a carcinicultura destacou-se como segundo segmento com maior produção na aquacultura, representando 9,7% do total produzido mundialmente, e segundo em termos financeiros, alcançando 23,1% dos valores monetários movimentados segundo dados publicados pela Food and Agriculture Organization (FAO, 2018).

O cultivo de camarões marinhos, teve início no sudoeste Asiático no século XV, mas somente após pesquisas relacionadas a produção de pós-larvas, (década de 30), foi possível o avanço da criação de camarões em escala comercial (Albanez, 2000).

O crescimento da carcinicultura marinha está associado ao desenvolvimento tecnológico de laboratórios comerciais de reprodução que levam ao constante e eficaz fornecimento de pós-larvas em elevada quantidade para as instalações de engorda de camarão (Flavia & Maria, 2013).

Neste processo, a pré-engorda é uma fase do cultivo intermediária entre o laboratório e a fazenda, visando o fornecimento de pós-larvas maiores para os produtores (a partir de PL20) e mais resistentes a variações ambientais no cultivo (Arnold, Coman, & Jackson, 2009).

A renovação de água nos viveiros tem sido a estratégia mais usada para assegurar a qualidade ambiental dos cultivos, porém essa prática pode trazer riscos tanto para os cultivos como para o ambiente adjacente. Diante das perdas económicas que a carcinicultura mundial sofre devido às doenças virais e críticas sofridas em relação a questão ambiental, o desenvolvimento de novos modelos de cultivo que possam assegurar a sustentabilidade da actividade em longo prazo tornou-se fundamental e vem sendo objectivo de muitas pesquisas (Beveridge, 1996).

Nesta constante, a procura por novos modelos de produção, os sistemas de recirculação e bioflocos têm sido apontados como excelentes alternativas aos sistemas convencionais para a criação de organismos aquáticos, ocupando menor área de cultivo, utilizando menor volume de água e com maior biossegurança (Hargreaves, 2006).

Entre os novos conceitos, destaca-se a tecnologia de bioflocos (Biofloc Technology - BFT), baseada na assimilação dos compostos nitrogenados (amónia, nitrito e nitrato) pela comunidade microbiana presente no ambiente de cultivo (De Schryver, Crab, & Defoirdt, 2008). Esse sistema reduz/impede a entrada de patógenos e a descarga de efluentes ricos em nutrientes (Decamp, Conquest, & Cody, 2007) apesar de empregar elevadas densidades de estocagem.

Aliado ao BFT, o Sistema de recirculação para a aquicultura (RAS) funciona como alternativa ao método tradicional de viveiros, visto que, recicla a água, o RAS reduz a fracção da água necessária para produção de camarão. A chave para o sucesso deste tipo de empreendimento é o uso de componentes para tratamento de água a baixo custo (Cohen, Samocha, & Fox, 2005).

Cada componente tem de ser concebido para trabalhar em conjunto com outros componentes do sistema, manter boa qualidade da água é de primordial importância para a produção, evitando assim, redução do crescimento, aumento de estresse e incidência de doenças nos animais (Cohen & Ra'anan, 1989). Por se desenvolver no ambiente aquático, a aquicultura pode ser considerada uma das actividades produtivas de maior complexidade nas interações entre os meios físicos, químicos, biológicos e climáticos. Portanto, a qualidade da água é crucial para diferenciar o lucro do prejuízo na piscicultura (Albanez, 2000). A presente pesquisa tem por objectivo avaliar os diferentes sistemas de cultivo do camarão tigre gigante durante a fase da Pré-engorda.

2. Objectivos

2.1.Geral

Avaliar os diferentes sistemas de cultivo do camarão tigre gigante durante a fase da Pré-engorda.

2.2.Específicos

- Comparar os índices zootécnicos do camarão *Penaeus monodon* e a qualidade de água nos em diferentes sistemas de cultivo .

3. Problematização

A expansão da produção aquícola é limitada por recursos, como água, terra, impacto causado no meio ambiente pelo descarte de resíduos nos corpos de águas receptoras de efluentes, impactos de doenças sobre as populações naturais e pela sua dependência da farinha e do óleo de peixe. Ademais, o uso de tecnologias de produção mais limpas tornou-se uma exigência nos dias actuais devido ao agravamento dos problemas ambientais associados às actividades produtivas.

Na carcinicultura, além da questão ambiental, há ainda o risco sanitário associado ao uso indiscriminado da água nos cultivos, especialmente em regiões acometidas por doenças onde existe a possibilidade de captação de água contaminada de outras fazendas. A fase de berçário é definida como a etapa intermediária entre o estágio de pós-larva (PL) e a fase de engorda. Esta fase é geralmente caracterizada por altas taxas de renovação de água, alta densidade de estocagem e uso de dietas artificiais de alta qualidade.

2. Justificativa

Na carcinicultura, além da questão ambiental, há ainda o risco sanitário associado ao uso indiscriminado da água nos cultivos, especialmente em regiões acometidas por doenças. Com o advento do vírus da mancha branca (White Spot Virus – WSV) no país, a indústria do cultivo de camarões, fundamentada no sistema semi-intensivo, entrou em colapso. Os sistemas de recirculação e de bioflocos visa amenizar esses impactos causados pela intensificação da carcinicultura, reduzindo a descarga de efluentes e atingindo altos níveis de produtividade com biossegurança. Estes sistemas prevêm menor renovação de água, necessitando de menores áreas de cultivo, e menos água do que os sistemas convencionais.

A pré-engorda também facilita a eventual reposição de estoques nos viveiros de crescimento final, quando ocorre baixa sobrevivência no início da criação e viabiliza o policultivo com peixes maiores ou carnívoros (Cohen, Ra'anan, & Brody, 1981).

5. Revisão de Literatura

5.1. Cultivo de camarão

A carcinicultura (cultivo de crustáceos, tendo como principal espécie cultivada o camarão marinho) tem sua origem histórica no sudoeste da Ásia, onde pescadores construía m diques de terra para reter pós-larvas selvagens de camarões que cresciam nas condições ambientais locais. Esta actividade se manteve artesanal por séculos até meados da década de 1970, graças à produção de pós-larvas (criadas em laboratórios ou extraídas de águas costeiras) que possibilitaram o cultivo de camarão com nível de rentabilidade capaz de atrair a atenção de investidores e produtores (Avnimelech, Kochva, & Diab, 2004).

A actividade de cultivo de camarão pode ser dividida em carcinicultura de água doce, cujo principal género cultivado é o *Macrobrachium* pertencente à família Palaemonidae; e a carcinicultura marinha, que engloba principalmente a família Penaeidae.

Os sistemas de produção de camarões, durante a década de 80, eram baseados em sistemas extensivos, com grandes áreas de superfície e baixa densidade de animais (Flavia & Maria, 2013). A partir da década de 90, os sistemas semi-intensivos (densidades com até 45 camarões/m²) e intensivos de produção tornaram-se mais comuns, entretanto, um dos maiores problemas destes sistemas adensados está relacionado à deterioração da qualidade da água, principalmente devido ao acúmulo de compostos nitrogenados (Kubitza, 2000).

5.1.Sistemas convencionais

A carcinicultura convencional baseia-se na troca contínua de água durante todo processo de cultivo do camarão, a fim de evitar prejuízos na qualidade da água do sistema e no consequente desempenho dos animais (Burford et al., 2003). Com a intensificação do cultivo aumenta-se consideravelmente a produção de resíduos na forma de amônia não ionizada (NH₃), que é extremamente tóxica para estes animais. O incremento com insumos e a produção de metabólitos acabam por modificar os parâmetros físico-químico do meio e, por consequência, dos efluentes dos viveiros/tanques, afectando finalmente a qualidade da água dos corpos receptores (Burford, Thompson, & Mcintosh, 2003)

5.2.Sistemas *BFT*

Com o objectivo de reduzir o uso de água, a emissão de efluentes, minimização do passivo e os riscos ambientais, o risco de introdução, a disseminação de doenças e o incremento da produtividade, diversas pesquisas e experimentos com a aplicação de sistemas de cultivo com zero ou mínima renovação de água estão sendo realizados (Arnold, Coman, & Jackson, 2009).

O cultivo em sistema de bioflocos caracteriza-se por viveiros altamente oxigenados, povoados com altas densidades de camarões e fertilizados com fontes ricas em carbono para estimular o surgimento de uma biota bacteriana predominantemente heterotrófica (Burford, Thompson, & Mcintosh, 2003). Este sistema permite uma redução significativa no consumo de água. Enquanto em sistemas tradicionais de cultivo se consome em média 64.000 L de água para produzir 1 kg de camarão, no sistema de bioflocos são utilizados apenas 160 L/kg (Arnold, Coman, & Jackson, 2009).

Segundo Avnimelech (2009), a produção de camarões no sistema BFT tem demonstrado excelentes resultados em termos de biossegurança, produtividade, manejo dos recursos hídricos, e por permitir uma redução dos intercâmbios de água reduz a possibilidade de introdução de doenças no sistema.

Com relação à manutenção da qualidade da água de criação, esta é garantida pelo controle dos componentes nitrogenados inorgânicos, derivados principalmente da excreção animal e degradação de resíduos de ração, por três organismos: fitoplâncton, bactérias heterotróficas e bactérias nitrificantes (Arnold, Coman, & Jackson, 2009).

Os componentes nitrogenados inorgânicos podem ser mantidos dentro dos níveis adequados através da assimilação feita pelo fitoplâncton e as bactérias heterotróficas para construção de

suas proteínas celulares estruturais, e pelas bactérias nitrificantes que são responsáveis pelo processo de nitrificação, imobilizando e oxidando a amónia para formação de nitrito e nitrato (Cohen, Samocha, & Fox, 2005) e convertendo nitrato ou nitrito em gás N₂, que pode ser liberado para a atmosfera (Burford, Thompson, & McIntosh, 2003).

Estes, além de contribuírem para a manutenção da qualidade da água presente no sistema, servem como fonte suplementar na alimentação dos camarões. Dessa forma, permitem um aumento na densidade de estocagem, melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta e redução da conversão alimentar, da quantidade de ração e dos níveis de proteína bruta da ração utilizada, com uma consequente redução nos custos com alimentação (Kiel, 1985). Entre os microrganismos presentes neste meio, os de maior interesse são as bactérias heterotróficas. Estas possuem a capacidade de reciclar a matéria orgânica dentro do ambiente de cultivo através da absorção dos compostos nitrogenados, actuando na assimilação do nitrogénio inorgânico (amónia) presente na água, intensificando os processos de remoção e reduzindo as concentrações de amónia dissolvida, diminuindo, assim, as renovações de água durante o cultivo (Burford, Thompson, & McIntosh, 2003). Este processo realizado pelas bactérias heterotróficas consiste na remoção de nitrogénio amoniacal pela incorporação em biomassa microbiana (Avnimelech, 1999).

A presença destas bactérias é importante no sistema de cultivo desde o início de sua implantação para evitar o desenvolvimento excessivo e a competição por substrato com as bactérias responsáveis pela oxidação da amónia. Estas bactérias oxidam a amónia a nitrito que é extremamente tóxico, o que poderá causar prejuízos ao produtor pelo aumento da mortalidade e comprometimento no crescimento dos animais (De Schryver, Crab, & Defoirdt, 2008).

Para estimular o rápido crescimento das bactérias heterotróficas é necessária uma relação C:N de 15 a 20:1. Para alcançar esta proporção, realiza-se a fertilização da água com fontes ricas em carbono orgânico, como melão, dextrose, farelos de trigo e arroz, farinha de mandioca, entre outras. O nitrogénio amoniacal presente no sistema é formado a partir do excesso de alimento (ração) fornecido que não é consumido e pelas excretas dos animais (Flavia & Maria, 2013)

5.3.Sistemas de recirculação

Sistemas de recirculação para a aquacultura (RAS) funcionam como alternativa ao método tradicional de viveiros, pois ao tratar a água usada, o RAS reduz a necessidade de reposição da água para a produção. Avnimelech, Kochva, & Diab (2004) destacam vantagens como a conservação do calor na água, economia de escala, resultando em maiores produções por unidade de área e trabalho mais sustentáveis, por usarem menos água que os sistemas convencionais e ainda tratam os dejectos da água, antes de esta ser devolvida ao meio ambiente.

O que ocorre em um RAS, é a inclusão de processos que sanam as necessidades que obrigam o sistema tradicional a realizar uma troca de água. Estes processos são, de forma simplificada, divididos em três etapas: a filtração mecânica, onde é realizada a remoção dos sólidos; a filtração biológica onde a amónia (NH_3) e o nitrito (NO_2) são oxidados por bactérias em nitrato (NO_3), composição menos tóxica dos nitrogenados; e por último a troca gasosa, fazendo a remoção do CO_2 proveniente da respiração dos organismos e inserindo novamente O_2 (Cohen & Ra'anan, 1989).

Os RAS possibilitam o emprego de densidades de estocagem mais elevadas comparativamente aos sistemas tradicionais de cultivo, em razão da possibilidade de maior controlo dos factores limitantes (temperatura, teor de oxigénio e amónia). A densidade ideal pode ser influenciada pelas características da espécie seleccionada, do sistema de cultivo e dos equipamentos e estratégias de filtragem, pelo tamanho inicial e final do organismo e, ainda pelo formato e volume dos tanques.

Para Cohen & Ra'anan (1989) a pré-engorda de camarão em sistemas de recirculação até que atinjam peso adequado para engorda pode ser uma importante solução para a diminuição da taxa de mortalidade, quando se faz estocagem directa.

6. Metodologia

6.1. Área de Estudo

O trabalho foi realizado na área de engorda da empresa de produção de camarão, AQUAPESCA localizada no distrito de Inhassunge, província da Zambézia entre as coordenadas 17°53'31.62"S -36°52'32.38"E, de 07 de Julho de 2017 a 07 de Outubro de 2017 num período total de 90 dias.



Figura 1. AQUAPESCA-local de estudo

6.2. Obtenção dos animais

As pós-larvas (PL's) de camarão marinho (*Penaeus monodom*), no estágio PL10, foram adquiridas junto à maternidade da AQUAPESCA em Nacala, e transportadas em sacos plásticos contendo 1/2 de água, com salinidade de 25ppt, e 5 mg/l de oxigénio. Já na AQUAPESCA em Quelimane as PL's foram aclimatadas e mantidas em tanque berçário com salinidade de 23ppt e alimentadas com *Artemia* sp. e ração comercial com 40% de proteína e pélete entre 0,4 e 1mm de diâmetro.

Os alevinos de tilápia (*Oreochromis mossambicus*) revertidos sexualmente para machos, foram obtidos nos tanques de engorda da empresa AQUAPESCA, seleccionados segundo o peso e tamanhos desejados. Os peixes foram aclimatados em dois tanques plásticos, com salinidade de 22ppt, similares aos utilizados no experimento.

Nestas instalações os camarões e tilápias permaneceram por 30 dias, período este que antecedeu o experimento e durante o qual foram alimentados com rações específicas para cada espécie, quatro vezes por dia.

6.3.Delineamento Experimental

O experimento foi inteiramente casualizado e consistiu em 3 tratamentos e 3 repetições cada T1- Sistema convencional; T2 - recirculação; e, T3- Bioflocos, totalizando 9 unidades experimentais.

As unidades de cultivo, foram de 400L com volume útil de 300L. Para cada unidade de cultivo foram estocados 600 PL-10 para os 3 tratamentos. No tratamento de recirculação foram estocados 300 peixes em tanques de 600L com volume útil de 300L.

6.4.Preparação das unidades experimentais e povoamento

Foram utilizados para a experiência tanques de 300L e 600L cada para os camarões e peixes respectivamente. Antes do início foi feita a limpeza dos tanques para adição de água proveniente do reservatório de água tratada. Para iniciar a pesquisa, foram feitas contagens e pesagens individuais dos animais, sendo conduzidos aos tanques experimentais aleatoriamente.

Durante a realização da experiência, houve troca de água no tratamento de convencional (T1) em 50%, no tratamento de bioflocos (T3) somente foi completado o volume de água evaporada dos tanques, com água do mesmo reservatório usado para encher os tanques, já na recirculação eram retirados 17% de água dos tanques de camarões com auxílio de um balde de 10L e colocados nos dos peixes, depois da sedimentação (5 minutos depois) os 17% eram repostos. As trocas eram feitas duas vezes ao dia logo depois do controle de parâmetros.

6.5.Actividades realizadas

6.5.1. Monitoramento dos parâmetros físicos-químicos da água

Os parâmetros de qualidade de água, suas frequências de monitoramento e os instrumentos de medição são apresentados na tabela 1. Semanalmente, foram coletadas amostras de água dos tanques para quantificar as concentrações de amônia (N-AT), através do método UNESCO (1983) e estão resumidos na Tabela 1. As amostras foram coletadas em recipientes identificados para cada tanque e as medições foram realizadas no laboratório de qualidade de água da Aquapesca, usando um espectrofotômetro Hanna DR2800.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de água e sua frequência de medição.

Parâmetro	Periodicidade	Instrumento
Oxigênio	2 vezes por dia (7:00 e 17:00h)	Oxímetro YSI® 550A
Temperatura	2 vezes por dia (7:00 e 17:00h)	Oxímetro YSI® 550A
pH	1 vez por dia(7:00h)	pH metro Testr10
N-NH ₃	1 vez por semana	Espectrofotômetro HATCH DR2800 método 10031 (método de salicilato)
SST	1 vez por semana	Espectrofotômetro HATCH DR2800 método 10031
Salinidade	1 vez por dia (7:00h)	Salinômetro YSI30

6.5.2. Fertilização dos tanques de cultivo - relação C/N

Para promover a formação dos flocos microbianos e balancear as proporções de C:N, a quantidades de melaço adicionadas diariamente (7 e 15 h) no tratamento T3 (1 2 3) foram calculadas com base nas relações C:N adoptadas, na quantidade de nitrogénio da ração convertida em amónia (ΔN) e no conteúdo de carbono no melaço (%C), de acordo com as Equação 1 (Avnimelech, 1999):

De acordo com o demonstrado por (Avnimelech, 1999), 50% do nitrogénio contido na ração flui para a água em forma de amónia, e para remover uma unidade de amónia são necessárias 20 unidades de carboidratos.

$$\Delta \text{Melaço} = \text{Ração} \times \%N \text{ Ração} \times \%N \text{ Excreção} \times \%PB \times (CHO/N_{NH4}) \quad (1)$$

$$CHO = \text{Ração} \times 0.4 \times 0.155 \times 0.5 \times 20$$

$$CHO = 0.589 \times \text{Ração}$$

em que:

- %PB - Percentagem de proteína bruta da ração (40%);
- %N ração - Percentagem de N na parte proteica da ração (15.5%);
- N excretado - Percentagem de amónia excretada por kg de ração fornecida (50%);
- $\frac{CHO}{N_{NH4}}$ - Número de unidades de carboidrato necessárias para assimilação microbiana por unidade de amônia formada (20).

A alimentação era constituída de ração comercial, contendo 40% de proteína bruta, 36,5% de carboidratos, 9% de extracto etéreo, 4% de fibra bruta e 10,5% de cinzas, fornecida duas vezes ao dia nos horários de 7:00 e 15:00 horas, numa taxa de alimentação de 8,17 no início e 2% no final da biomassa.

6.5.3. Monitoramento das variáveis zootécnicas

Foram realizadas biometrias semanais onde eram retirados 60 animais por tanque, os quais eram pesados usando uma balança Ohaus-Scout Pro com precisão de 0.01g para acompanhar do crescimento dos camarões e ajustar a quantidade de ração a ser fornecida. Ao término do experimento, logo após a despesca dos tanques, no último dia todos os animais foram pesados e contados para o cálculo da taxa de sobrevivência.



Figura 2. Mostra instrumento usado na biometria.

A partir das biometrias foram determinados os seguintes índices zootécnicos: peso final, sobrevivência, ganho de peso, e factor de conversão alimentar

$$\mathbf{Biomassa\ final\ (Kg) = Quantidade\ de\ animais \times peso\ médio\ (2)}$$

$$\mathbf{Ganho\ de\ Peso\ (g) = Peso\ final - Peso\ inicial\ (3)}$$

$$\mathbf{Taxa\ de\ Sobrevivência\ (\%) = \frac{Nr\ de\ animais\ pescados}{Nr\ de\ individuos\ estocados} \times 100\ (4)}$$

$$\mathbf{Factor\ de\ Conversão\ Alimentar = \frac{Quantidade\ de\ Ração\ consumida}{Ganho\ de\ Peso}\ (5)}$$

6.5.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos a uma ANOVA uni-fatorial no *software* Estatística 6.0 (StatSoft, Inc., 2001). Depois de verificada diferença entre os tratamentos, adoptou-se o teste Tukey com nível de significância de 5%.

Para a análise estatística do ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, sobrevivência foi aplicado o Teste T-Student, também com significância de 5%.

7. RESULTADOS

7.1. Parâmetros indicadores de qualidade de água.

Os parâmetros de qualidade de água monitorados nos três tratamentos durante o experimento estão ilustrados na tabela 3. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (ANOVA, $P > 0,05$) para (temperatura, oxigénio dissolvido, pH e salinidade), porém diferenças significativas foram observadas para variáveis (NH_3 e sólidos suspensos totais). Menores valores de NH_3 foram observados no BFT, sendo que no mesmo tratamentos foram observados maiores valores de SST.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água (média \pm desvio padrão) monitorados durante o período experimental.

Parâmetros	Período	Tratamentos		
		Recirculação	Convencional	Bioflocos
Temperatura (c°)	Manhã	22,1 \pm 0,6	21,9 \pm 0,6	22,0 \pm 0,6
	Tarde	22,7 \pm 0,3	22,6 \pm 0,4	22,6 \pm 0,4
Oxigénio dissolvido (mg/L)	Manhã	6,4 \pm 0,5	6,5 \pm 0,5	6,5 \pm 0,5
	Tarde	6,2 \pm 0,5	6,4 \pm 0,3	6,3 \pm 0,4
pH	1x	7,3 \pm 0,2	7,5 \pm 0,1	7,4 \pm 0,2
Salinidade (ppt)	1x	20,8 \pm 0,4	20,9 \pm 0,3	20,8 \pm 0,4
NH_3 (mg/L)	1x/ semana	1,23 \pm 0,27 ^b	1,28 \pm 0,04 ^a	1,08 \pm 0,29 ^c
Sólidos (mg/L)	1x/ semana	69,5 \pm 14,5 ^b	57,5 \pm 10,5 ^c	76,5 \pm 8,5 ^a

[†]Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

7.2. Desempenho zootécnico

Os resultados do desempenho zootécnico do camarão em cultivo, como peso final (PF), ganho de peso (GP), sobrevivência (S), biomassa final (BF), factor de conversão alimentar (FCA) encontram-se na **Tabela 3**.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o ganho em peso e sobrevivência. Para os demais tratamentos foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Maior ganho em peso e biomassa final foi observado no tratamento BFT, enquanto menor FCA foi observada no tratamento com sistema de recirculação.

Tabela 3. Índices zootécnicos dos juvenis de *Penaeus monodon* três tratamentos.

	Valores médios \pm DP		
	Convencional	BFT	Recirculação
Peso inicial (g)	9,1 \pm 0,3	9,7 \pm 0,4	9,0 \pm 0,3
Peso final (g)	17,1 \pm 0,3 ^c	19,6 \pm 1,2 ^a	18,3 \pm 0,7 ^b
Ganho em peso (g)	9,9 \pm 0,5	7,9 \pm 1,3	8,3 \pm 0,6
Biomassa final (Kg)	15 \pm 0,4 ^c	18,8 \pm 0,3 ^a	18,2 \pm 0,4 ^b
Sobrevivência (%)	94,2 \pm 3,1	93,3 \pm 5,1	96,7 \pm 3,1
FCA	0,7 \pm 0,08 ^c	0,8 \pm 0,08 ^b	1 \pm 0,1 ^a

¹Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0.05$).

8. DISCUSSÃO

8.1. Parâmetros indicadores de qualidade de água

Temperatura

A manutenção dos parâmetros de qualidade de água dentro das faixas ideais ou no mínimo de tolerância para a espécie produzida é de fundamental importância, visto que os factores físicos e químicos da água podem interferir directamente no desempenho e sobrevivência dos organismos aquáticos (Santana, 2006).

Durante o período do estudo, a temperatura não apresentou grandes flutuações entre o período da manhã e o da tarde (22,1° C e 22,6° C), contudo esteve ligeiramente abaixo do nível considerado óptimo para o bom crescimento do *P.monodon*.

Khan et al. (2004); Menasveta et al. (2001) indicam a faixa dos 27 aos 30 °C como a temperatura ideal para o crescimento desta espécie.

Oxigénio

Os valores de oxigénio dissolvido mantiveram-se na faixa considerada óptima para o camarão *P.monodon* (Arnold et al., 2009; Menasveta et al., 2001) e são coincidentes com os verificados em trabalhos realizados com a espécie *P.vannamei* (Decamp, Conquest, & Cody, 2007).

Nos tratamentos com alimentação à base de bioflocos, as concentrações de oxigénio dissolvido foram inferiores em relação aos tratamentos, provavelmente, devido à densidade mais elevada de organismos heterotróficos e de camarões (maior sobrevivência) nesses tratamentos, o qual exigiu uma demanda maior do gás para os processos respiratórios.

Entretanto, verificou-se que nas duas semanas iniciais os valores médios de oxigénio dissolvido foram maiores em relação às duas semanas seguintes. Este facto pode ser devido ao inóculo de bioflocos estimulado pela fertilização orgânica (melaço), que resulta no aumento da respiração tomando em conta que não houve alteração no ritmo de funcionamento do sistema de aeração.

Cohen & Ra'anani (1989) encontrou variações de OD similares aos do presente trabalho, tendo apontado a variação nos níveis de OD ao longo do período de cultivo como um comportamento característico de cultivos heterotróficos com altas densidades de povoamento.

pH

Com relação ao pH esteve dentro da faixa aceitável (entre 7 e 9) para o crescimento de camarões marinhos e apresentou valores próximos, da faixa de 7,3 a 7,5, a qual favorece o desenvolvimento das bactérias nitrificantes, que actuam na manutenção da qualidade da água (Avnimelech, 2009).

Os valores de pH mais baixos encontrados no sistema de bioflocos com fornecimento de ração, pode ser explicado pelo volume de bioflocos superior e conseqüentemente uma maior taxa respiratória pelos organismos heterotróficos nesses tratamentos (Decamp, Conquest, & Cody, 2007). Para Kubitzka (2000) a faixa ideal para produção de camarões marinhos está entre 6,5 e 8,0, enquanto Arnold, Coman, & Jackson (2009) descreve como ideal para crescimento de camarões marinhos uma faixa de 7,0 a 8,5, e satisfatória uma faixa de 6,5 a 9,5.

No entanto, segundo Avnimelech (2009) valores de pH abaixo de 7 afectam o camarão cultivado em meio heterotrófico, podendo reduzir as taxas de crescimento e piorar a conversão alimentar. Assim, o pH médio observado está dentro da faixa recomendada para camarões. As ligeiras alterações no pH da água que ocorreram durante o cultivo foram reflexo das trocas parciais de água executadas na tentativa de manter uma baixa concentração de material orgânico acumulado no sistema de cultivo.

Salinidade

Assim como a temperatura, a salinidade também é um dos parâmetros de qualidade de água importante para os organismos aquáticos (Avnimelech, 2009). No presente estudo, a salinidade média esteve abaixo (21 a 22ppt) da faixa considerada ideal (25 a 35ppt) para a criação de camarões marinhos (Cohen, Samocha, & Fox, 2005).

No entanto, é muito provável que a baixa salinidade tenha sido influenciada pelas reposições realizadas para compensar o volume perdido com a retirada dos sólidos no T3 e pelas renovações que chegaram a 17% no T1.

Contudo, os valores registados no presente estudo provavelmente não tenham interferido directamente no desempenho zootécnico do camarão.

Amónia

Apesar de existir diferenças de toxicidade com relação às fases do ciclo de vida e entre espécies de camarões, as concentrações amónia mantiveram-se dentro da faixa recomendável (abaixo de 3,95 e 25,7 mg/L) para o crescimento e sobrevivência de *P. monodon* em todos os tratamentos, peso embora o T3 tenha registado os melhores valores em relação ao T1 e T2.

Os valores baixos de amónia encontrados no T3 ($1,08 \pm 0,29$) podem ser justificados pela fertilização com melaço de cana-de-açúcar que permitiu a manutenção de uma relação C/N que estimulou a produção de flocos bacterianos que são o suporte para uma comunidade de microrganismos responsável pela redução dos compostos nitrogenados.

A manutenção dos compostos nitrogenados inorgânicos dentro das faixas de segurança nesse estudo demonstra a eficiência do processo de assimilação dos nitrogenados inorgânicos, para formação da biomassa bacteriana heterotrófica em sistema BFT, favorecendo a manutenção da qualidade de água (Avnimelech, Kochva, & Diab, 2004).

Além disso, os organismos autotróficos presentes nos bioflocos também podem ter auxiliado na manutenção da boa qualidade de água de produção, através da assimilação de nitrogénio e fósforo acumulados no sistema, para a construção de novas células.

Sólidos suspensos totais

Os sólidos suspensos totais (SST) representados na Tabela 3, tiveram valores mais elevados no tratamento com bioflocos que nos outros tratamentos, onde houve renovação regular de água à taxa média diária de cerca de 50%.

Os valores registados no presente estudo são inferiores aos observados por diversos autores em trabalhos com sistemas sem renovação. Ebeling et al. (2006), trabalhando com adição de carbono em sistemas fechados e sem remoção de sólidos relataram concentrações de SST de até 800 mg L^{-1} , valor muito acima do valor máximo observado no T3 ($76,5 \text{ mg L}^{-1}$). McIntosh et al.

(2001) encontraram 780 mg L⁻¹ de SST, porém sem fazer nenhuma adição de carbono. Samocha et al., (2007) utilizaram melão como fonte de carbono e observaram concentração de 800 mg L⁻¹ de SST ainda dispondo de flutuadores para a remoção dos sólidos. Mishra et al. (2008) com renovações reduzidas de água para auxiliar os flutuadores na remoção de sólidos, relataram concentrações de 126 mg L⁻¹ de SST.

Hargreaves (2006) adverte que o excesso de sólidos na água pode ser prejudicial ao camarão, podendo ser afectado pela oclusão das brânquias por partículas, o que pode aumentar a sensibilidade à hipóxia. Durante a observação visual dos camarões, foi notória a presença de alguns animais com as brânquias acastanhadas produto da filtração de sólidos presentes na água, contudo não foi notada mortalidade elevada.

8.2. Desempenho zootécnico

No presente estudo, os juvenis *P. monodon* criados nos tratamentos sem troca de água, juntamente com a alta sobrevivência apresentaram um ganho de peso maior em comparação com o sistema de renovação de água. No geral os baixos valores de ganho de peso semanal (0,67 e 0,7 g semana⁻¹) indicam que provavelmente a temperatura tenha sido um factor responsável, tornando a destacar que o período de produção neste experimento ocorreu a temperatura média de 22°C (tabela 3) e sujeitando-se nas duas últimas semanas a temperaturas mais baixas (19° C)

A indução do sistema heterotrófico com a fertilização com melão pode ter tido efeito no melhor desempenho do camarão do T3 e T2. Burford, et al. (2004) obteve melhor crescimento de pós-larvas de *L. vannamei* em tratamentos onde usou melão para a indução do meio heterotrófico e encontrou que mais de 29% do alimento consumido pelo camarão era proveniente do floco bacteriano presente no sistema.

Os valores da conversão alimentar aparente neste estudo (0,7 a 1) foram próximos daqueles encontrados por Arnold, Coman, & Jackson (2009) em cultivo de *P. monodon* em bioflocos. De Schryver, Crab, & Defoirdt (2008) obtiveram conversão alimentar média de 1,73, 1,71 e 1,47 para as densidades com 4, 8 e 12 camarões.m⁻², respectivamente. Arnold, Coman, & Jackson (2009) também não encontraram diferença significativa na recirculação, para a conversão alimentar, os valores variaram 1,2 e 1,4.

9. CONCLUSÃO

De acordo com as condições experimentais:

O sistema Bioflocos apresentou melhor desempenho e a;

Qualidade de água nos 3 sistemas mostrou diferenças nas variáveis amónia e sólidos suspensos totais.

10. Bibliografia

- Albarez, J. . (2000). *Psicultura* (2 ed.). Minas gerais: Emater-mg.
- Antonio, O., & Walter, B. (1998). *Piscicultura : fundamentos e técnicas de manejo*. Guaiba-rs-Brasil: Livraria e editora agropecuaria.
- Arnold, S. J., Coman, F. E., & Jackson, C. J. (2009). High-intensivy, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 42-49.
- Avnimelech, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 227–235.
- Avnimelech, Y. (2009). Biofloc Technology- A Practical Guide Book . *World Aquaculture Society*, 181.
- Avnimelech, Y., Kochva, M., & Diab, S. (2004). Development of controlled intensive aquaculture systems with limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Israeli Journal of Aquaculture*, 119-131.
- Boyd, C. (2005). summer algal communitis and primary produtivity in fish ponds. *Hidrobiologia*, 357-390.
- Burford, M. A., Thompson, P. J., & Mcintosh, R. P. (2003). Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture Research*,, 393-411.
- Cohen, D., & Ra'anan, Z. (1989). *Intensive closed-cycle Macrobrachium rosenbergii hatchery: biofiltration and production strategy*. In: *SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE O CULTIVO DE CAMARÃO.3*. Proceedings... : João Pessoa.
- Cohen, D., Ra'anan, Z., & Brody, T. (1981). *Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii*. (de Man): Journal World Mariculture Society.
- Cohen, J., Samocha, T. M., & Fox, J. M. (2005). *Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile Litopenaeus vannamei using limited discharge and biosecure management tools*. . Aquacultural Engineering.
- De Schryver, P., Crab, R., & Defoirdt, T. (2008). *The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture*. . Aquaculture.

- Decamp, O., Conquest, L., & Cody, J. e. (2007). Effect of shrimp stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 395-406.
- FAO. (2018). *THE STATE OF THE WORLD FISHERIES: MEETING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS*. Rome.
- Flavia, M., & Maria, c. c. (2013). Aquacultura sustentável como forma alternativa de minimizar os impactos desta produção em comunidades pesqueiras. 1-16.
- Kubitza, F. (2000). Maneio Nutricional e Alimentar parte II. X, pp. 35-41.
- Kubitza, F. (Maio/Junho de 2000). Qualidade de água Planejamento da produção, Maneio Nutricional e Alimentar e Sanidade. *Southern Ocean Education and Development Project, CIDA/Univ. of Victoria, Canada, X*, 24-23.
- Kubitza, F. (2005). Tilápia em água salobra e salgada: Uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. *Panorama da Aquicultura*, 15(88), 14-18.
- Kubitza, F. (Maio/Junho de 1999). Nutrição e Alimentação de Tilápias - Parte 2. *Panorama da Aquicultura*, 9(53), 41-49.
- Mustin, M. (1987). Le compost "gestion de la matière organique". 954. Paris: Editions François Dubusc.
- Neves, F. d. (2013). *Fixação de carbono através de Microalgas Nativas (Chlamydomonas sp), cultivados em diferentes concentrações de CO2*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- New, M. B., & Singholka, S. (1985). *Freshwater prawn farming. A manual for the culture of Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fishery Technical Paper.
- Nootong, K., & Pavasant, P. (2011). Effects of organic carbon addition in controlling inorganic nitrogen concentrations in a biofloc system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 339-346.
- Saoud, J. P., Davis, D. A., & Rouse, D. B. (2003). *Suitability studies of inland well waters for Litopenaeus vannamei culture. Aquaculture*.
- Valenti, W. (2005). Aquacultura sustentável. Associação Portuguesa dos Engenheiros zootécnicos. *Congresso de Zootecnia, Vila Real*, (pp. 42-48). Vila Real- Portugal.

Apêndices

Tabela 4.Análise de variâncias – Teste F

Teste F: duas amostras para variâncias		
	Peso Médio camarão (T2)	Peso Médio camarão (T1)
Média	0.2775	0.3075
Variância	0.003825	0.013691667
Observações	4	4
GL	3	3
F	0.279367012	
P (F <=f) uni-caudal	0.161395366	
F crítico uni-caudal	0.107797789	

Tabela 5.Análise de variâncias – Teste t

Teste t: duas amostras com variâncias desiguais		
	Peso Médio camarão (T2)	Peso Médio camarão (T1)
Média	0.2775	0.3075
Variância	0.003825	0.013691667
Observações	4	4
Hipótese de diferença de média	0	
GL	5	
Stat t	-0.453341542	
P (T <=t) uni-caudal	0.334649506	
t crítico uni-caudal	2.015048373	
P (T <=t) bi-caudal	0.669299012	
t crítico bi-caudal	2.570581836	

2. Fotografias de instrumentos usados na monitoria de parâmetros.



Figura 5. Salinómetro YSI30



Figura 6. Oxímetro YSI® 550A