



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

**DANILO XIMENES BESERRA**

**ACOMPANHAMENTO E DESCRIÇÃO DO CULTIVO INTENSIVO DO *Litopenaeus*  
*vannamei* NA FAZENDA EXPOPESCA AQUICULTURA COMERCIAL LTDA**

**FORTALEZA**

**2018**

DANILO XIMENES BESERRA

ACOMPANHAMENTO E DESCRIÇÃO DO CULTIVO INTENSIVO DO *Litopenaeus*  
*vannamei* NA FAZENDA EXPOPESCA AQUICULTURA COMERCIAL LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Ceará, como parte  
das exigências para a obtenção do Título de  
Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto  
Nunes

Orientadora técnica: M.e Maria Joana  
Nogueira de Moura

FORTALEZA

2018

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)

---

B465a Beserra, Danilo Ximenes.  
Acompanhamento e descrição do cultivo intensivo do *Litopenaeus Vannamei* na Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda / Danilo Ximenes Beserra. – 2018.  
76 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.  
Coorientação: Prof. Dr. Maria Joana Nogueira de Moura.

1. Sistemas intensivos. 2. Carcinicultura. 3. Camarão marinho. I. Título.

CDD 639.2

---

DANILO XIMENES BESERRA

ACOMPANHAMENTO E DESCRIÇÃO DO CULTIVO INTENSIVO DO *Litopenaeus*  
*vannamei* NA FAZENDA EXPOPESCA AQUICULTURA COMERCIAL LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

---

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

Ao meu pai, Antônio Beserra Filho  
(*In Memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela Engenharia de Pesca.

Ao Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes, pela ajuda e por seus conselhos dados durante o período de orientação.

A minha orientadora técnica e amiga, Maria Joana Nogueira de Moura, pelas oportunidades e ensinamentos ao longo do meu Estágio Supervisionado.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho e Prof. Dr. Ítalo Régis Castelo Branco Rocha, pelos importantes direcionamentos passados e por aceitarem participar da banca examinadora.

Aos sócios e proprietários da Fazenda Expopesca, em especial ao Luiz Paulo e ao Luciano Aragão, pela autorização para o desenvolvimento desse estágio e pelo grande apoio que me foi dado.

Aos funcionários da Fazenda Expopesca, pelos ensinamentos e acolhimento no período de estágio.

Aos meus amigos, em especial Kamar Porto, Edu Holanda e José Milton pela ajuda na realização deste trabalho, pelo apoio, por me ouvirem e principalmente por não me deixarem desistir ou mudar de rumo no meio da jornada.

À Empresa Júnior do Curso de Engenharia de Pesca da UFC - CORAq, e ao Programa de Educação Tutorial - PET-Engenharia de Pesca, em especial ao professor Reynaldo Amorim por acreditar no meu potencial, obrigado pelo apoio que tive e pelos ensinamentos que colhi durante a minha vigência como membro destes grupos.

Aos meus avós, Antônio Bezerra Camelo e Francisca Bezerra de Sousa, que nos momentos difíceis estiveram sempre ao meu lado, enchendo-me de amor e carinho.

À esposa e companheira, Carolina dos Santos, o especial agradecimento na superação dos obstáculos e compreensão com minhas ausências em certos momentos.

Aos meus colegas e amigos do curso de Engenharia de Pesca, por todos esses anos de companheirismo e amizade. Em especial Edson Luiz, Leonardo Vasconcelos, Luzanira Colares, Lucas Daniel, André Luiz, Kahic Rocha, Andressa Rocha, Philippe Lima, Larissa Liberalino e Ana Larissa.

Enfim agradeço a todos aqueles que acreditaram em mim, meu sincero muito obrigado.

“Não espere o futuro mudar tua vida, porque o futuro é a consequência do presente.”

(Pedro Paulo Soares Pereira)

## RESUMO

O presente relatório refere-se às atividades acompanhadas e realizadas pelo acadêmico durante o estágio supervisionado na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda., localizada no município de Cascavel/CE. O principal ramo de atividade da fazenda é o cultivo intensivo de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*) em viveiros semi-escavados, revestidos por geomembrana e, alguns, cobertos com estufas agrícolas. A água utilizada para o cultivo é salgada e proveniente da captação, através de bomba, no estuário do Rio Choró. O estágio foi desenvolvido durante o período de 17 de julho a 17 de agosto de 2017, tendo sido acompanhadas as diversas atividades inerentes ao cultivo, como manejo de tábuas de nível e telas do dreno central, preparação e fertilização dos tanques berçários e viveiros de engorda, recepção de pós-larvas e povoamento dos tanques berçários, transferência de animais para o viveiro de engorda, monitoramento e manejo da qualidade de água, manejo alimentar, análises presuntivas, biometrias periódicas e despesca. No cultivo realizado em um viveiro coberto com estufa agrícola foi alcançada uma sobrevivência média de 78%, produtividade final de 25.500 kg/ha/ciclo, fator conversão alimentar de 1,55, possibilitando produzir camarões com peso médio final de 13 g. Após a realização do estágio, observou-se que o sistema de cultivo adotado na fazenda tem um grande potencial de produção de camarões, demonstrando sua viabilidade e mostrando ser eficiente, com elevada densidade de produção. Ainda, concluiu-se que o estágio foi relevante no crescimento profissional e pessoal como Engenheiro de Pesca.

**Palavras-chave:** Sistemas intensivos. Carcinicultura. Camarão marinho.

## ABSTRACT

This report refers to the activities monitored and carried out by the student during the supervised internship at the farm Expopesca Aquicultura Comercial Ltda., located in the municipality of Cascavel / CE. The main branch of activity of the farm is the intensive growth of marine shrimps (*Litopenaeus vannamei*) in semi-excavated nurseries, lined by geomembrane and, some, covered with agricultural greenhouses. The water used for the farming is salty, and comes from the catchment through a pump in the estuary of the Rio Choró. The internship was undertaken from July 17 to August 17, 2017, and followed the various activities inherent to the farming, such as handling of level boards and screens of the central drain, preparation and fertilization of nursery tanks and nurseries for fattening, reception of post larvae and settlement of nursery tanks, transfer of animals for the fattening nursery, monitoring and manipulation of water quality, food management, presumptive analyzes, periodic biometrics and harvest. In the growth carried out in a nursery covered with an agricultural greenhouse, an average survival of 78% was reached, final yield of 25.500 kg/ha/cycle, feed conversion factor of 1,55, making it possible to produce shrimps with a final average weight of 13 g. After the internship, it was observed that the cultivation system adopted in the farm has a great potential of shrimp production, demonstrating its viability and showing to be efficient, with high density of production. Also, it was concluded that the internship was relevant in professional and personal growth as a Fisheries Engineer.

**Keywords:** Intensive systems. Shrimp farming. Marine shrimp.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trajeto de Fortaleza à fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	22
Figura 2 - Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista aérea.....	23
Figura 3 - Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista esquemática.....	24
Figura 4 - Galpão da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	24
Figura 5 - Laboratório da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	25
Figura 6 - Local de captação de água da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. na margem estuarina do Rio Choró.....	26
Figura 7 - Tanque berçário 03 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista interna.....	27
Figura 8 - Tanque berçário 03 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista externa.....	28
Figura 9 - Viveiro de engorda 07 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda..	29
Figura 10 - Viveiro de engorda 05 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista interna.....	29
Figura 11 - Viveiro de engorda 05 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista externa.....	30
Figura 12 - Tubulação para abastecimento de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	31
Figura 13 - Dreno central de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	31
Figura 14 - Comporta de drenagem e despesca de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	32
Figura 15 - Vista superior da comporta de drenagem e despesca de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	32
Figura 16 - Fim da tubulação do dreno central na comporta de drenagem de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	32

Figura 17 - Saia da Comporta de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	32
Figura 18 - Bacias da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	33
Figura 19 - Esquematização do sistema de drenagem da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	34
Figura 20 - Bacia de sedimentação para a melhoria da qualidade dos efluentes gerados da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	34
Figura 21 - Grupo gerador da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	35
Figura 22 - Vedação entre as tábuas e as ranhuras da comporta de um viveiro utilizando sacos plásticos.....	37
Figura 23 - Tela do dreno central do viveiro com malha de 5.000 $\mu\text{m}$ .....	37
Figura 24 - Hipoclorito de cálcio utilizado para desinfecção da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	39
Figura 25 - Nitrato de cálcio utilizado para fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	39
Figura 26 - Melaço em pó utilizado como fonte de carbono para a fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	39
Figura 27 - Hidróxido de cálcio utilizado para fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	39
Figura 28 - Pós-larvas adquiridas no estágio PL 12 para povoamento de tanque berçário	41
Figura 29 - Caminhão com caixas de transporte realizando a entrega das pós-larvas.....	41
Figura 30 - Uso de puçá para retirada dos camarões do tanque berçário.....	42
Figura 31 - Pesagem dos camarões retirados do tanque berçário.....	42
Figura 32 - Oxímetro digital utilizado na Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	44
Figura 33 - Aeradores de pá em funcionamento na Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	44
Figura 34 - Aerador de ondas da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	44

Figura 35 - Sopradores de ar da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	45
Figura 36 - Aranhas de mangueiras micro porosas da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	45
Figura 37 - pHmetro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	49
Figura 38 - Fotômetro digital portátil YSI® 9500 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	51
Figura 39 - Diluição do hidróxido de cálcio com água do viveiro em uma caixa d'água..	51
Figura 40 - Aplicação do hidróxido de cálcio no viveiro de engorda.....	51
Figura 41 - Cones de Inhoff utilizados na determinação dos sólidos sedimentáveis.....	53
Figura 42 - Clarificador utilizado no tanque berçário 03 da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	53
Figura 43 - Refratômetro portátil utilizado para medição de salinidade.....	54
Figura 44 - Análise de água para determinação de compostos nitrogenados utilizando fotômetro digital.....	56
Figura 45 - Diluição de melaço no caiaque para aplicação no viveiro.....	58
Figura 46 - Dietas microextrusadas com diferentes granulometrias (57% PB).....	61
Figura 47 - Ração indicada para juvenis de 0,2 a 3,0 g (40% PB).....	61
Figura 48 - Ração indicada para camarões a partir de 3,0 g até a despesca (38% PB).....	61
Figura 49 - Oferta de ração por voleio na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.....	62
Figura 50 - Oferta de ração em bandejas para a verificação do consumo alimentar na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.....	62
Figura 51 - Lâminas montadas para análise presuntiva no laboratório da fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.....	64
Figura 52 - Análise das lâminas montadas para análise presuntiva em microscópio na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.....	64
Figura 53 - Alterações nos órgãos e tecidos de camarões observados nas análises presuntivas realizados na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda...	65

Figura 54 - Processo de realização da biometria na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	66
Figura 55 - Retirada das tábuas de nível da comporta de drenagem.....	67
Figura 56 - Sistema de iluminação instalado nas proximidades da comporta de drenagem.....	67
Figura 57 - Abate do camarão por hipotermia em caixas de 1000 L contendo água e gelo triturado.....	68
Figura 58 - Metabissulfito de sódio utilizado na despesca.....	68
Figura 59 - Transferência das basquetas com camarão do trator da fazenda para o caminhão de transporte.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Abertura de malha da tela do dreno central de acordo com a peso dos animais.....	37
Quadro 2 - Níveis ideais de qualidade de água de viveiros de camarão.....	43
Quadro 3 - Recomendação de fornecimento da ração microextrusada com diferentes granulometrias de acordo com o estágio e biometria dos camarões.....	61
Quadro 4 - Ajuste da quantidade de ração fornecida de acordo com as sobras observadas nas bandejas.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões dos viveiros, bacias e berçários da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.....	30
Tabela 2 – Resultados do cultivo no VE 05 acompanhado durante o período do estágio supervisionado.....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFT	<i>Biofloc Technology</i>
cv	<i>Cavalo vapor</i>
FAO	Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura
ha	Hectare
HP	<i>Horse-power</i>
IMNV	Vírus da Mionecrose Infecciosa
kVA	Kilovoltampere
Ltda.	Limitada
NAT	Nitrogênio amoniacal total
OD	Oxigênio dissolvido
PB	Proteína bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
PL	Pós-larva
SS	Sólidos sedimentáveis
SST	Sólidos suspensos totais
TB	Tanque berçário
VE	Viveiro de engorda
WSSV	Síndrome do Vírus da Mancha Branca

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 LOCAL DO ESTÁGIO</b> .....	22
<b>2.1 A fazenda</b> .....	23
<b>2.2 Captação de água e abastecimento</b> .....	25
<b>2.3 Tanques berçários</b> .....	26
<b>2.2 Viveiros de engorda</b> .....	28
2.4.1 <i>Tubulação de abastecimento</i> .....	30
2.4.2 <i>Dreno central</i> .....	30
2.4.3 <i>Comportas de drenagem e despesca</i> .....	31
<b>2.5 Bacias e drenagem</b> .....	33
<b>2.6 Rede elétrica</b> .....	35
<b>3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS</b> .....	36
<b>3.1 Manejo de tábuas de nível e telas do dreno central</b> .....	36
<b>3.2 Preparação e fertilização dos tanques berçários e viveiros de engorda</b> .....	37
<b>3.3 Recepção de pós-larvas e povoamento dos tanques berçários</b> .....	40
<b>3.4 Transferência de animais para o viveiro de engorda</b> .....	41
<b>3.5 Monitoramento e manejo da qualidade de água</b> .....	42
3.5.1 <i>Oxigênio dissolvido e aeração artificial</i> .....	43
3.5.2 <i>Temperatura</i> .....	46
3.5.3 <i>pH</i> .....	47
3.5.4 <i>Alcalinidade</i> .....	49
3.5.5 <i>Sólidos Sedimentáveis</i> .....	52
3.5.8 <i>Manejo para o controle da Amônia</i> .....	56
3.5.9 <i>Manejo para o controle de Nitrito</i> .....	58
3.5.10 <i>Uso de Probióticos</i> .....	59
<b>3.6 Manejo alimentar</b> .....	60
3.6.1 <i>Tipos de ração</i> .....	60
3.6.2 <i>Oferta de ração</i> .....	62
3.6.3 <i>Ajuste de quantidade de ração</i> .....	63
<b>3.7 Análises Presuntivas</b> .....	63
<b>3.8 Biometrias periódicas</b> .....	65

<b>3.9 Despesa e resultados de produção .....</b>	<b>67</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é o processo de produção em cativeiro de organismos com hábitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos. Esta atividade se caracteriza por três componentes: 1º: o organismo é aquático; 2º: existe um programa de manejo com o objetivo de produzir; 3º: o organismo cultivado tem um proprietário, não sendo, dessa forma, um recurso coletivo como no caso de recursos explorados pela atividade pesqueira (RANA, 1997).

Conforme Arana (2004a), nas últimas décadas a aquicultura vem desempenhando uma função cada vez mais importante na tentativa de suprir a demanda por proteína de origem aquática, em decorrência do crescimento demográfico populacional. A redução gradual dos estoques naturais, proveniente da sobre-exploração pesqueira, resulta na redução das capturas a cada ano. Nesse contexto, o cultivo de organismos aquáticos se apresenta como uma importante alternativa para a produção de pescado.

Segundo dados da FAO (2016), o cultivo de organismos aquáticos é o segmento de produção de alimentos de origem animal com maior crescimento. Em 2014, a atividade alcançou 101 milhões de toneladas e um faturamento de 166 bilhões de dólares. A carcinicultura marinha está entre os setores mais importantes da aquicultura. Muito embora a carcinicultura tenha representado apenas 3,93% da produção mundial aquícola, sua contribuição monetária alcançou 18 bilhões de dólares, ou seja, 10,8%. O Brasil produziu no ano de 2016 aproximadamente 52 mil toneladas de camarões, sendo que a região Nordeste foi a maior produtora com 99,25% da produção, seguida pela região Sul com 0,59%, Norte 0,11%, Sudeste 0,05%, e a região Centro-Oeste não produziu (BRASIL, 2016).

A carcinicultura marinha ocorre preponderantemente em áreas estuarinas, sendo a atividade aquícola mais rentável e com maior concentração nesses ecossistemas. É uma opção interessante, porque o camarão, além de ser um produto de alto valor comercial e de fácil colocação no mercado, conta com o fato da produção se dar em um curto intervalo de tempo (entre três e quatro meses). Com isso, o cultivo dá mais segurança ao produtor, uma vez que o risco de perdas na produção é menor e é mais rápido o retorno do capital investido (BELTRAME; COSTA, 2004).

Os camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei*<sup>1</sup> (Boone, 1931) obtiveram um importante crescimento na carcinicultura do Brasil e de todo o mundo por possuírem características zootécnicas de crescimento elevado, boa conversão alimentar, rusticidade, boa taxa de sobrevivência, além de um pacote tecnológico estabelecido, que foram notoriamente importantes para a consolidação de seu cultivo (PÉREZ-FARFANTE; KENSLEY, 1997; OSTRENSKY, 2002). O *L. vannamei* é uma espécie nativa da costa Oeste da região Ocidental, ocorrendo naturalmente no litoral do Norte do Peru até Sonora, México, estando concentrada nos mares do Equador (ELOVAARA, 2003).

Os sistemas de produção utilizados na aquicultura podem ser qualificados como extensivos, semi-intensivos, intensivos e superintensivos. A quantidade de ração fornecida, aliada ao aumento das densidades de estocagem dos organismos cultivados e uso de aeração mecânica é o que diferencia estes sistemas (SAMOCHA *et al.*, 2003). Sob condições intensivas, a renovação constante de água é adotada para assegurar níveis adequados de qualidade da água. Esta prática ocasiona o lançamento de efluentes ricos em fósforo, nitrogênio e matéria orgânica que podem causar prejuízos ao meio ambiente (LACERDA *et al.*, 2006).

Associada com os problemas ambientais, a carcinicultura vem sofrendo com a introdução de patógenos, resultando em grandes perdas economicamente significativas nos países produtores devido aos surtos de doenças (BROWDY; JORY, 2009). Com a intensificação dos cultivos nos últimos anos, esses problemas se agravaram e as doenças virais se tornaram as mais ameaçadoras. No Brasil, a Mionecrose Infeciosa (IMNV) e a Síndrome do Vírus da Mancha Branca (WSSV) são as mais importantes (SEIFFERT *et al.*, 2006). O impacto dessas doenças sobre a produção nas fazendas tem forte relação com os sistemas de produção semi-intensivo e intensivo, baseados em alta renovação de água, adotados no Brasil e na maioria dos países produtores, os quais tornam as medidas de biossegurança pouco efetivas (BROWDY *et al.*, 2001; NAYLOR *et al.*, 2000). No final de maio de 2016, ocorreu uma significativa manifestação da WSSV em um grande empreendimento de cultivo em Aracati, Estado do Ceará. Atualmente, a doença já afeta a produção de praticamente todas as regiões produtoras de camarão do Estado (NUNES; FEIJÓ, 2016).

Diante das perdas econômicas que a carcinicultura mundial vêm sofrendo nos últimos anos por ação das doenças virais e das críticas sofridas pelo setor com relação à

---

<sup>1</sup> Este trabalho adotou a revisão taxonômica da família Penaeidae realizada por Pérez-Farfante e Kensley (1997).

questão ambiental, o desenvolvimento de novos modelos de cultivo que possam assegurar a sustentabilidade da atividade em longo prazo tornou-se fundamental e vem sendo objeto de pesquisas. Centros de pesquisa de diferentes países têm trabalhado no desenvolvimento de novas técnicas de cultivo que possibilitem maior biossegurança e o uso mais racional da água (HARGREAVES, 2006; SAMOCHA *et al.*, 2007).

Assim, faz-se necessário adotar sistemas de cultivo em que haja a menor renovação de água possível, com conseqüente redução do uso dos recursos hídricos, emissão de efluentes e transmissão de doenças, para que se possa produzir camarão causando o mínimo de prejuízos ambientais (KRUMMENAUER *et al.* 2012).

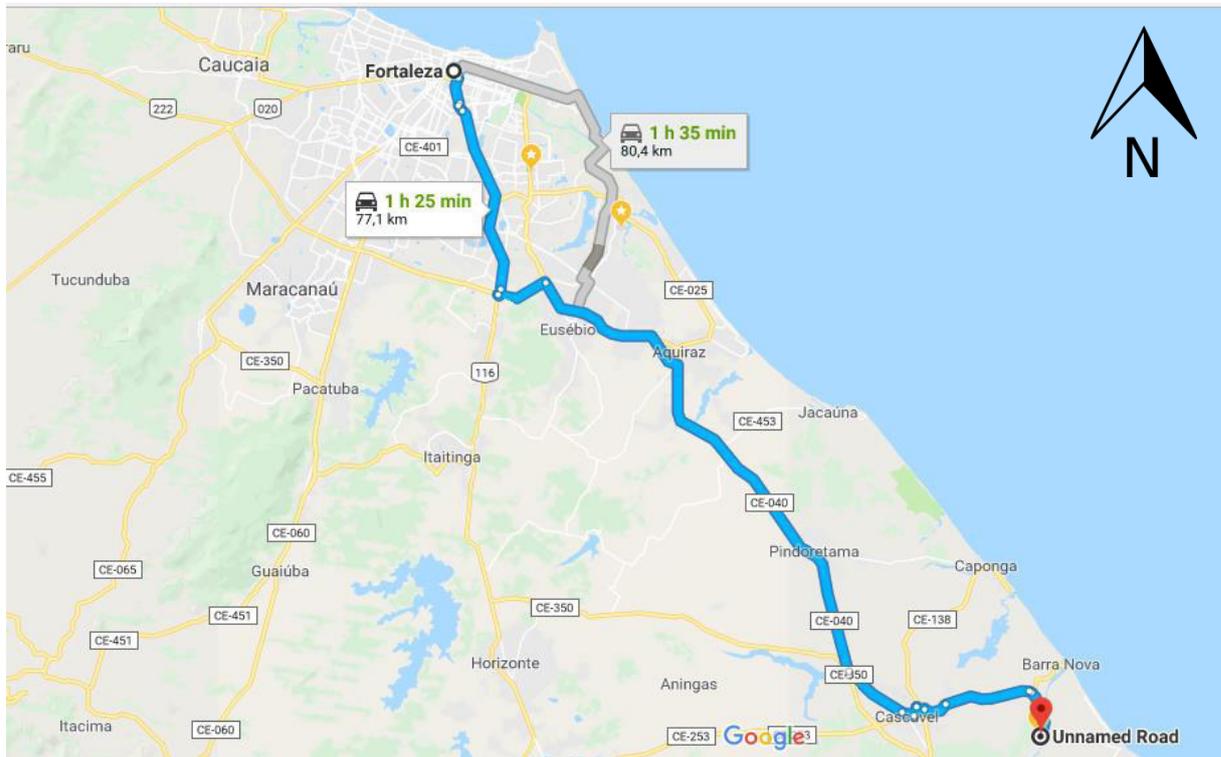
O controle de qualidade da água em sistemas intensivos com baixa renovação de água pode ser feito reciclando os efluentes através de filtros biológicos externos ou tratando a água no próprio tanque ou viveiro de cultivo, por meio de comunidades de algas e bactérias que se desenvolvem naturalmente na água. Nesse sistema de cultivo, a absorção de compostos nitrogenados pelas microalgas e a nitrificação pelas bactérias quimioautotróficas são os principais processos de ciclagem do nitrogênio (HARGREAVES, 1998). As bactérias heterotróficas também podem atuar como importantes agentes na retirada do nitrogênio presente na água, mas esse processo vai depender da relação carbono:nitrogênio (C:N) do substrato orgânico disponível para as bactérias (GOLDMAN; CARON; DENNET, 1987).

O referido estágio teve como objetivo, acompanhar e descrever as atividades realizadas no cultivo intensivo de camarão marinho *L. vannamei*, em viveiros semi-escavados revestidos com geomembrana, cobertos com estufas agrícolas, na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda., no município de Cascavel/CE.

## 2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado foi realizado no período de 17 de julho a 17 de agosto de 2017, na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. A construção da fazenda foi iniciada no ano de 2013 e sua principal atividade é criação de camarões em água salgada. Está localizada no município de Cascavel/CE, à margem esquerda do Rio Choró, no bairro Choró Pedrinhas. A fazenda dista aproximadamente 13 km do centro de Cascavel e 80 km de Fortaleza (Figura 1). O empreendimento merece destaque por ser uma das primeiras no Estado do Ceará a operar com viveiros semi-escavados revestidos por geomembrana, em sistema intensivo.

Figura 1 – Trajeto de Fortaleza à fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: Adaptado de Google (2018a).

## 2.1 A fazenda

No período do estágio, conforme representado nas Figuras 2 e 3, dos 19 viveiros já construídos, ainda não se encontravam todos revestidos por geomembrana e ativos. Apenas oito estavam revestidos, e destes, apenas um coberto com estufa agrícola. As duas bacias de sedimentação e as duas bacias de esterilização estavam revestidas por geomembrana, porém duas delas (uma de sedimentação e uma de esterilização) não foram utilizadas. Havia também 10 berçários, sendo que somente oito estavam também revestidos por geomembrana, e dois destes cobertos com estufas agrícolas. À esquerda da Figura 2, pode-se verificar a área destinada para a futura ampliação da fazenda.

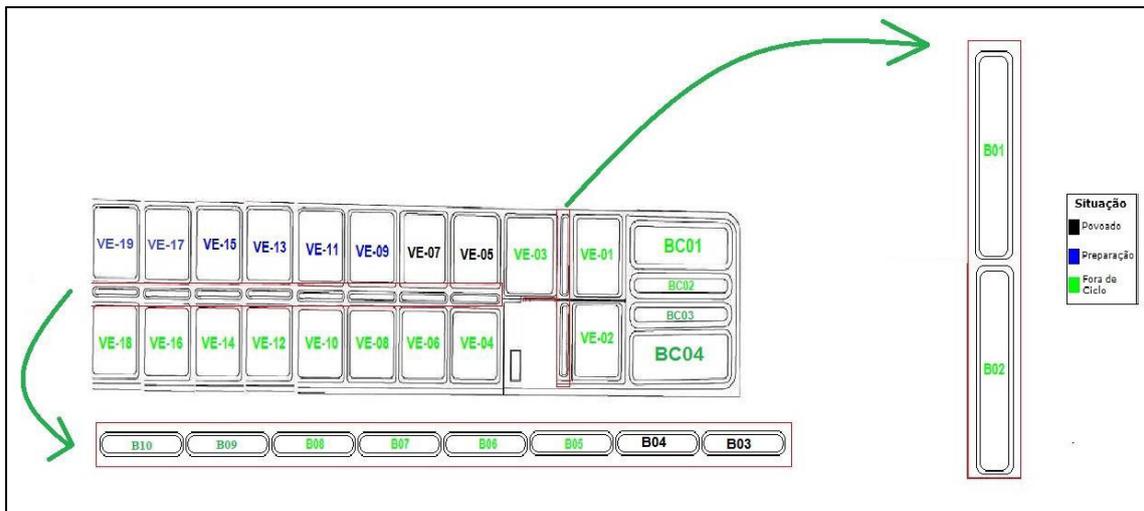
A cobertura com geomembrana permite o isolamento do solo. Isto evita a infiltração da água em solos permeáveis, a perda de oxigênio dissolvido devido à demanda do solo por oxigênio, a ressuspensão de sólidos e sedimentos favorecida principalmente pela forte aeração, a incorporação de matéria orgânica no sedimento formando zonas anóxicas, além de facilitar a limpeza após o ciclo de cultivo (FÓES; GAONA; POERSCH, 2012).

Figura 2 - Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista aérea.



Fonte: Adaptado de Google (2018b).

Figura 3 – Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista esquemática.



Fonte: o Autor.

Também faz parte da infraestrutura da fazenda um galpão (Figura 4) para o armazenamento de ração, fertilizantes e corretivos diversos. No interior do galpão há um almoxarifado, onde se armazenam ferramentas, conexões e outros insumos de manutenção; e uma pequena oficina para reparo de telas, aeradores e outros equipamentos que venham a necessitar de manutenção.

Anexo ao galpão está instalado um laboratório (Figura 5) onde são realizadas as análises de qualidade de água e de sanidade dos animais; um escritório administrativo da fazenda; um banheiro para funcionários e uma cozinha com refeitório. Além disso, estavam sendo construídos três dormitórios para funcionários.

Figura 4 – Galpão da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 5 – Laboratório da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

## 2.2 Captação de água e abastecimento

A água para o abastecimento é obtida pela captação direta do estuário do Rio Choró (Figura 6), utilizando uma eletrobomba flutuante de 40 cv. A água é bombeada a 130 m de distância, em média, do rio até as bacias, chegando a elas através de tubulação subterrânea e podendo ser direcionada a qualquer uma das quatro bacias, mediante o uso de registros.

No período do estágio, as bacias 03 e 04 não eram utilizadas, portanto, quando captada, a água do rio seguia para as bacias 01 ou 02. Na tubulação por onde a água desemboca na bacia, colocava-se uma bolsa feita com malha de 500  $\mu\text{m}$  para a filtragem mecânica da água. Após receber devido tratamento ou correção, quando necessário, a água podia ser bombeada para os viveiros, através de outra bomba flutuante de 40 cv, que se encontrava na bacia 02.

A água pode ser transferida da bacia 01 para a bacia 02 por gravidade através de uma comporta, pertencente a um sistema de comportas que interliga cada par de bacias.

Figura 6 - Local de captação de água da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. na margem estuarina do Rio Choró.



Fonte: o Autor.

### 2.3 Tanques berçários

A fazenda conta com 10 tanques berçários semi-escavados (Figuras 7 e 8), dos quais oito estavam revestidos por geomembrana. Destes oito, dois encontravam-se cobertos por estufas agrícolas. Assim como os viveiros, os tanques berçários são dotados de portas e de janelas para o acesso e controle de temperatura. Os tanques berçários possuem volume útil de 500 m<sup>3</sup> cada, formato retangular com cantos arredondados, comprimento médio de 60 m, largura de 10 m e profundidade média de 1 m, podendo chegar a 1,7 m na parte mais profunda. O fundo dos tanques é inclinado no sentido do centro facilitando o escoamento da água e o manejo de transferência dos animais para os viveiros.

Cada tanque berçário (TB) foi projetado para possibilitar o povoamento de dois viveiros adjacentes. Existem dois drenos na região central de cada TB, cada um deles possuindo tubulação que desemboca em um viveiro adjacente. Dessa forma, a despesca dos tanques berçários e transferência dos animais para os viveiros foram planejados para ocorrer de forma simplificada com um mínimo de estresse aos animais.

Como vantagens da utilização dos tanques berçários, pode-se destacar a aclimação das pós-larvas às condições da fazenda, a facilidade no monitoramento da qualidade da água, na sanidade das pós-larvas e na oferta e no controle do alimento. Os

berçários também auxiliam na inspeção da qualidade das pós-larvas, pois se pode monitorar a sobrevivência e o desempenho zootécnico dos animais antes do povoamento (SAMOCHA; LAWRENCE, 1992). O uso dos tanques berçários também pode promover o crescimento compensatório nos camarões, resultando em ciclos mais curtos nos viveiros, com isso, permitindo que se atinja maior gramatura ao tempo da manifestação de enfermidades como a WSSV. (BARBIERI; OSTRENSKY, 2002).

Figura 7 – Tanque berçário 03 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista interna.



Fonte: Kamar Filho. Acervo pessoal.

Figura 8 – Tanque berçário 03 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista externa.



Fonte: o Autor.

## 2.2 Viveiros de engorda

A área média dos viveiros (Figura 9) é de 0,4 ha, conforme a Tabela 1. Os viveiros são semi-escavados, revestidos por geomembrana, apresentando formato retangular, aproximando-se do formato quadrado, com proporção média em largura e comprimento 1:1,6. Apenas o viveiro 05 (VE 05) encontrava-se coberto com estufa agrícola (Figuras 10 e 11), sendo dotado de portas e janelas laterais para o acesso e controle de temperatura. Os cantos dos viveiros são arredondados, permitindo, juntamente com o posicionamento dos aeradores, que haja um melhor fluxo circular de água, com o acúmulo da matéria orgânica no centro do viveiro, onde há um dreno. A profundidade média dos viveiros é de 2 m, porém, com uma declividade na direção do dreno central. Com isso, a drenagem é feita por gravidade, evitando-se ao máximo o gasto de energia com a utilização de bombas hidráulicas, além de facilitar a retirada de detritos orgânicos que venham a se acumular no centro do viveiro.

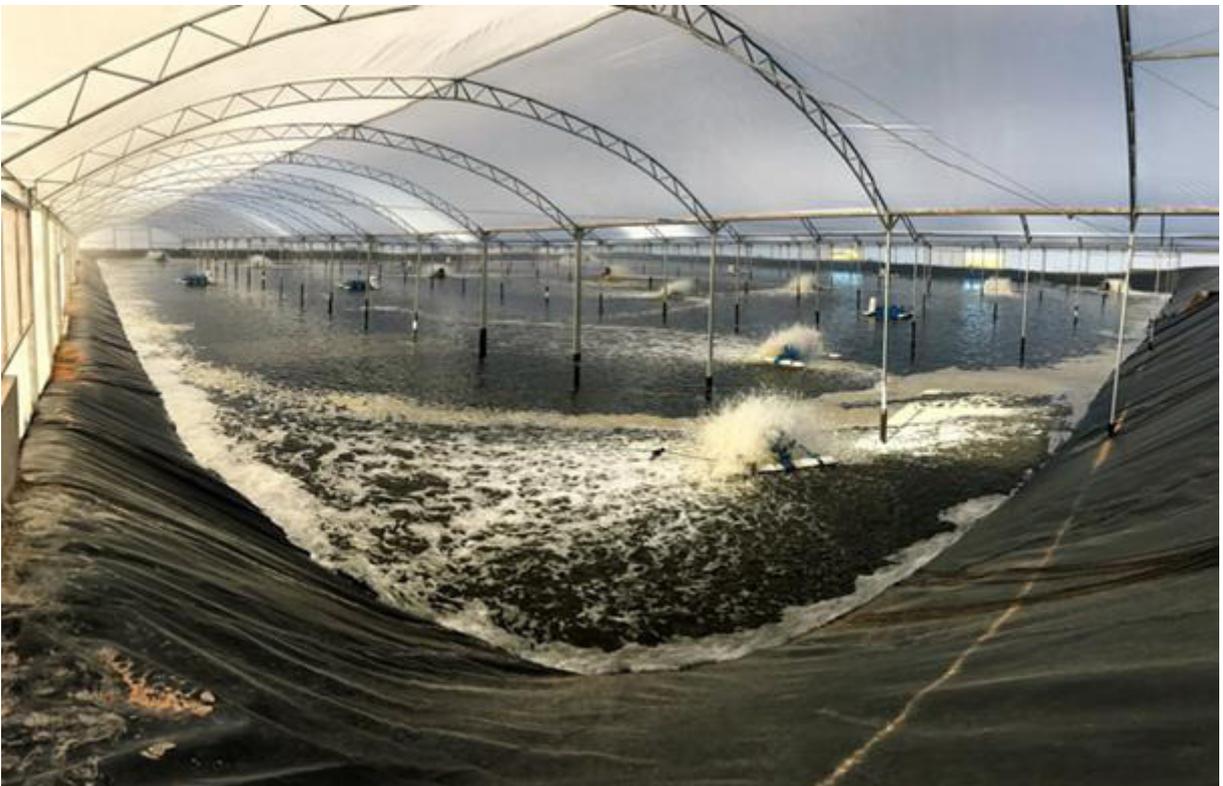
A tubulação do dreno central de cada viveiro, com 300 mm de diâmetro, conduz a água às comportas de alvenaria e concreto para drenagem. Os diques que formam os viveiros apresentam conformação trapezoidal e são todos trafegáveis por carros, caminhões, tratores e máquinas.

Figura 9 – Viveiro de engorda 07 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 10 – Viveiro de engorda 05 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista interna.



Fonte: Kamar Filho. Acervo pessoal.

Figura 11 – Viveiro de engorda 05 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. em vista externa.



Fonte: o Autor.

Tabela 1 – Dimensões dos viveiros, bacias e berçários da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

<b>Estrutura</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidade média (m)</b>	<b>Volume Útil (m<sup>3</sup>)</b>
Viveiro de engorda (VE)	4.000	2,00	8.000
Bacia de Esterilização (BC 02 e 03)	6.000	3,50	21.000
Bacia de Decantação (BC 01 e 04)	2.500	3,50	8.750
Tanque Berçário	500	1,00	500

Fonte: Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

#### *2.4.1 Tubulação de abastecimento*

Cada viveiro possui uma tubulação para o abastecimento de água (Figura 12), com diâmetro de 300 mm. Essas tubulações possuem registros individuais para os viveiros, podendo ser feito o abastecimento independente dos viveiros.

#### *2.4.2 Dreno central*

O dreno central de cada viveiro (Figura 13) consiste em uma caixa de alvenaria quadrada de 1,60 m de lado e 50 cm de profundidade, no centro do viveiro, de onde parte uma tubulação de 300 mm de diâmetro que vai até a comporta de drenagem e despesca. Do início da tubulação na caixa de alvenaria até o seu fim na comporta de despesca, há uma diferença

de nível de 60 cm, para que a drenagem seja feita por gravidade. Na parte superior da caixa de alvenaria são fixadas telas com diferentes tamanhos de malha, dependendo da fase do cultivo e do tamanho dos animais, para evitar que estes escapem do viveiro durante os manejos de drenagem de água.

Figura 12 – Tubulação para abastecimento de um viveiro da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 13 – Dreno central de um viveiro da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

#### 2.4.3 Comportas de drenagem e despesca

As comportas são construídas em alvenaria de tijolos com base de concreto (Figuras 14 e 15). Estas recebem a água através da tubulação do dreno central do viveiro (Figura 16) e a conduzem através de tubulação subterrânea para a bacia de sedimentação. As comportas são dotadas de três ranhuras: uma para colocação das tábuas de nível, uma para colocação da rede de despesca (*bag net*) e a outra sobressalente. Além disso, há a chamada “saia da comporta” (Figura 17): um caixão para despesca com uma ranhura no final para a colocação de mais uma rede de precaução, caso a primeira venha a romper.

Figura 14 – Comporta de drenagem e despeça de um viveiro da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 15 – Vista superior da comporta de drenagem e despeça de um viveiro da Fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 16 – Fim da tubulação do dreno central na comporta de drenagem de um viveiro da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 17 – Saia da Comporta de um viveiro da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

## 2.5 Bacias e drenagem

Existem dois pares de bacias (Figura 18), sendo cada par interligado por comportas, cada um deles composto por:

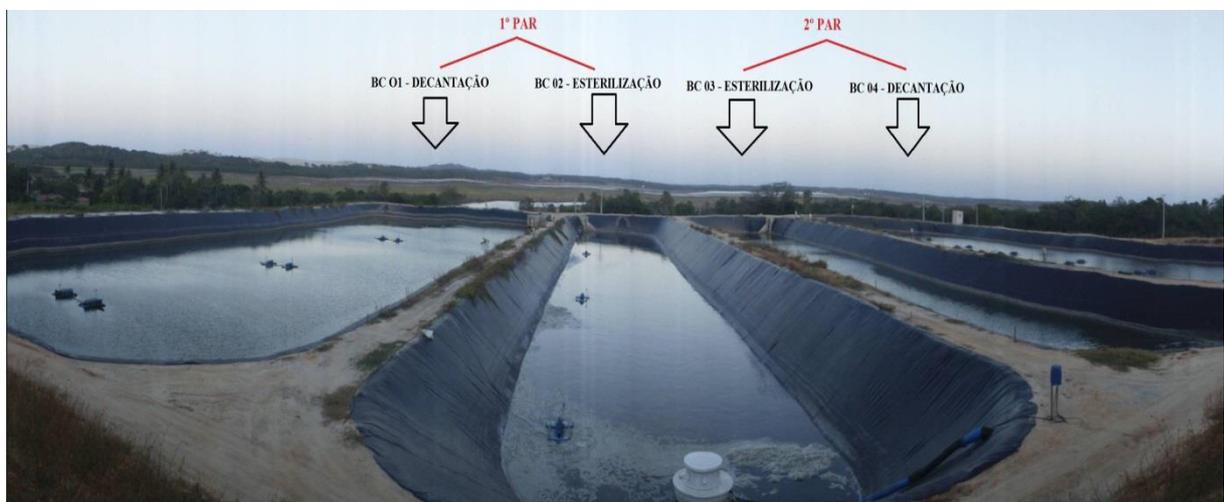
- (a) uma bacia de decantação, que pode receber água da drenagem dos viveiros e/ou água proveniente da captação do rio, e;
- (b) uma bacia de esterilização, que pode receber, tanto água da bacia de decantação, como também água captada do rio.

O primeiro par é composto pelas bacias 01 (decantação) e 02 (esterilização). O segundo par é composto pelas bacias 03 (esterilização) e 04 (decantação). As Bacias de Esterilização possuem área de 6.000 m<sup>2</sup>, profundidade média de 3,50 m e volume útil de 21.000 m<sup>3</sup>. Já as Bacias de Decantação possuem área de 2.500 m<sup>2</sup>, profundidade média de 3,50 m e volume útil de 8.750 m<sup>3</sup>.

Há ainda um sistema de comportas que interliga cada par de bacias, podendo-se transferir água da bacia 01 (decantação) para a bacia 02 (esterilização) e da bacia 04 (decantação) para a bacia 03 (esterilização).

Conforme a Figura 19, esse sistema de bacias foi construído com intuito de que cada par de bacias recirculasse a água dos viveiros adjacentes: o primeiro par (bacias 01 e 02) recebendo água dos viveiros 01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15, 17, 19; e o segundo par (bacias 03 e 04) recebendo água dos viveiros 02, 04, 06, 08, 10, 12, 14, 16, 18. Porém, como os viveiros que deveriam compor a recirculação do segundo par encontram-se todos inativos, as bacias 03 e 04, revestidas com geomembrana, já foram inclusive utilizadas para o cultivo.

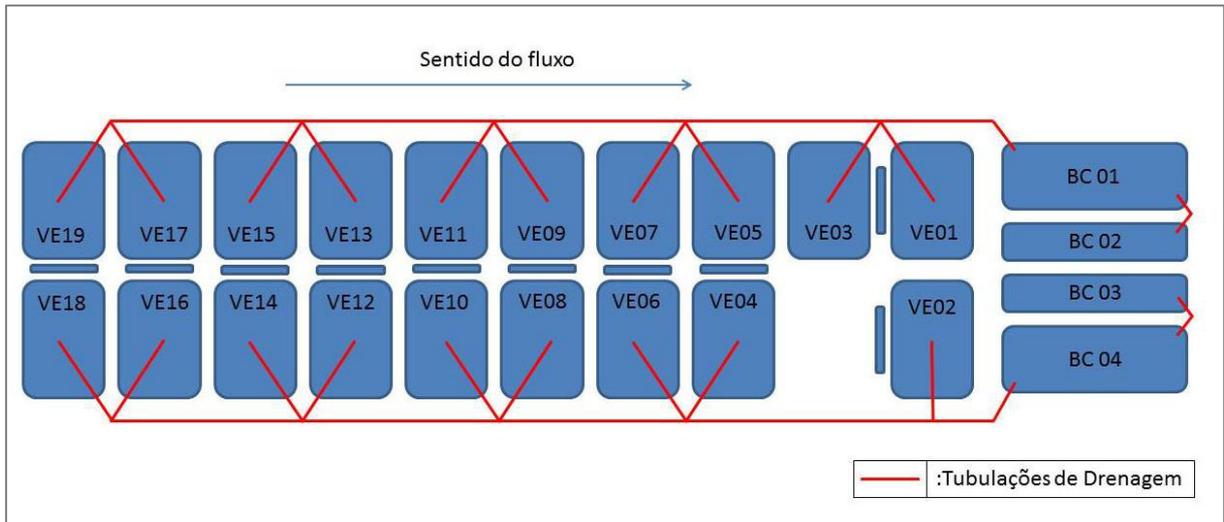
Figura 18 – Bacias da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

A tubulação de drenagem, recebe por gravidade, a água oriunda das despescas e drenagens de água dos viveiros. Também por gravidade, a água segue no canal de drenagem até a bacia de sedimentação, onde pode permanecer por algum período de tratamento para, posteriormente, ser rebombeada para os viveiros. A bacia 02 conta com uma bomba flutuante de 40 cv.

Figura 19 – Esquemática do sistema de drenagem da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

A água que não é reutilizada no cultivo, antes de ser descartada no rio, permanece por um período, que depende da quantidade de efluentes gerada, em uma bacia de sedimentação para a melhoria da qualidade dos efluentes lançados no meio (Figura 20).

Figura 20 – Bacia de sedimentação para a melhoria da qualidade dos efluentes gerados da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

## 2.6 Rede elétrica

Para o fornecimento de energia elétrica, a fazenda possui uma subestação transformadora abrigada de 1.000 kVA. Há também um grupo gerador (Figura 21) de 400 kVA, o qual fornece energia elétrica para a fazenda, tendo em vista o suprimento alternativo de energia em caso de falhas na rede.

Figura 21 – Grupo gerador da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

### 3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS

No período do estágio, estava em andamento um cultivo intensivo de engorda no VE 05 (único viveiro coberto por estufa), proveniente de um povoamento direto, caracterizando um cultivo monofásico. O TB 03 foi povoado para realizar posterior transferência para o VE 05, caracterizando um cultivo bifásico.

Na fazenda, o desenvolvimento de bioflocos na água ocorreu como consequência temporal do manejo adotado.

#### 3.1 Manejo de tábuas de nível e telas do dreno central

Um conjunto de tábuas sobrepostas foi colocado nas ranhuras das comportas de drenagem para controlar o fechamento e o fluxo de água. Para uma maior vedação, foram instaladas borrachas pregadas nas tábuas, evitando vazamentos entre uma tábua e outra. Para conter vazamentos, também se utilizou sacos plásticos para vedação entre as tábuas e as ranhuras (Figura 22).

Na preparação do viveiro para povoamento direto (cultivo monofásico), foram colocadas duas telas sobrepostas: uma de 5000  $\mu\text{m}$ , exemplificada na Figura 23, e acima, uma de 500  $\mu\text{m}$ . Como a tela de 500  $\mu\text{m}$  colmataria facilmente com a realização de drenagens, iniciou-se o cultivo com o viveiro abastecido até 1,50 m de profundidade média. Assim, até o fim do primeiro mês pode-se ir adicionando água ao viveiro até 2 m de profundidade média, se necessário, para manter uma boa qualidade de água. Ao fim do primeiro mês de cultivo, de acordo com que os camarões atingem maior peso e tamanho, a tela de 500  $\mu\text{m}$  do dreno central foi removida, ficando apenas a tela de 5.000  $\mu\text{m}$ , possibilitando a realização das drenagens sem que os animais escapassem.

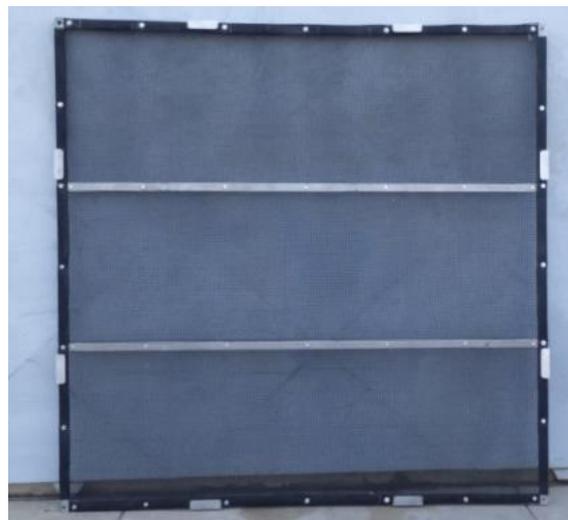
No caso de viveiros preparados para povoamento com camarões transferidos do tanque berçário, com peso corporal entre 0,5 e 1,5 g, foi utilizada uma de 1.000  $\mu\text{m}$  no lugar da tela de 500  $\mu\text{m}$ . A relação entre a abertura da malha da tela do dreno central utilizada e o peso dos animais é apresentada no Quadro 1.

Figura 22 - Vedação entre as tábuas e as ranhuras da comporta de um viveiro utilizando sacos plásticos.



Fonte: José Milton. Arquivo pessoal.

Figura 23– Tela do dreno central do viveiro com malha de 5.000 µm.



Fonte: o Autor.

Quadro 1 – Abertura de malha da tela do dreno central de acordo com a peso dos animais.

Abertura de malha	Peso Corporal
500 µm = 0,5 mm	Até 0,5 g
1.000 µm = 1,0 mm	De 0,5 a 3,0 g
5.000 µm = 5,0 mm	De 3,0 g a despesca

Fonte: o Autor.

### 3.2 Preparação e fertilização dos tanques berçários e viveiros de engorda

A água foi captada do rio para a BC 01, passando por uma filtragem mecânica primária (bolsão com tela de 500 µm). Após a captação, a água manteve-se em repouso por aproximadamente dois dias, para a decantação dos sólidos em suspensão que não foram retidos na filtragem. Em seguida, a água foi transferida por gravidade pela comporta para a bacia 02, sendo realizada uma segunda filtragem, por telas de 500 µm e 350 µm.

O abastecimento foi realizado bombeando-se a água da BC 02. Nas saídas das tubulações que desembocam no viveiro e no berçário que foram abastecidos, colocou-se uma bolsa feita com malha de 200 µm para filtragem. Após o abastecimento, a água foi clorada com hipoclorito de cálcio (Figura 24) a 10 ppm e a aeração foi ligada por 10 min. para homogeneizar a aplicação do cloro. Após 24 h de descanso, sem aeração e com a estufa fechada, a volatilização do cloro residual da água foi promovida com aeração durante 24 h.

Segundo os técnicos, a aplicação do cloro é realizada sempre no fim da tarde para evitar foto oxidação do cloro e consequente perda de eficiência.

Na fazenda Expopesca, para preparação e fertilização de tanques berçários e viveiros, a água é analisada para balanço iônico (Cálcio; Magnésio; Potássio), para fertilização (Carbono; Nitrogênio e Sílica) e correção de alcalinidade. A salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido também são monitorados.

A fertilização é um manejo importante que pode reduzir custos, melhorar a conversão alimentar e o tempo de cultivo na aquicultura. Em sistemas mais intensivos, a contribuição do alimento natural diminui comparada a sistemas mais extensivos, mas ainda assim é significativa, podendo contribuir com aproximadamente 25% da alimentação (NUNES; GESTEIRA; GODDARD, 1997). Ao proceder com o manejo de fertilização, é importante verificar as quantidades de nutrientes pré-existentes na água para não superestimá-las. Com isso, reduzem-se custos e há menor risco de degradação do ambiente de cultivo (OLIVEIRA, 2004).

De acordo com Boyd (2006), os íons cálcio, magnésio e potássio, além de outros, são considerados importantes no processo de osmorregulação dos camarões marinhos. Davis, Samocha e Boyd (2004) consideram que o camarão sobrevive e cresce bem quando as proporções iônicas são similares à água marinha. No período do estágio, não foram necessárias correções para balanço iônico. Quando a correção é necessária, pode-se utilizar óxido de magnésio e cloreto de potássio para correção de Ca e Mg, respectivamente.

Bactérias heterotróficas podem sintetizar proteínas a partir do carbono orgânico e da amônia. Porém, para que isso ocorra, a razão carbono: nitrogênio (C:N) deve ser adequada (AVNIMELECH, 1999). A fertilização para estabelecer a relação 12:1 de C:N é realizada elevando-se, quando necessário, a quantidade de nitrogênio para 1 ppm com ureia ou nitrato de cálcio (Figura 25) e adicionando-se melão em pó (Figura 26) como fonte de carbono. Os fertilizantes à base de nitrato apresentam vantagens sobre os fertilizantes amoniacais, mesmo possuindo custos mais elevados, já que o nitrato não é tóxico e é totalmente oxidado no ambiente de cultivo (BARBIERI; OSTRENSKY, 2002).

De acordo com ESTEVES (1998), a sílica sob a forma solúvel é utilizada pelas diatomáceas na elaboração de sua carapaça, e sua concentração possui forte relação com o crescimento dessas microalgas. BOYD (1992) recomenda aplicações de 50 a 100 kg/ha de silicato de sódio para desenvolvimento de diatomáceas. O aumento das concentrações de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) é alcançado com diatomita em pó, com 95% de  $\text{SiO}_2$ , na proporção de 100 kg/ha.

A alcalinidade é corrigida com hidróxido de cálcio (Figura 27), quando necessário, para que permaneça entre 150 a 200 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .

Utiliza-se um probiótico em pó com uma dosagem inicial e periódica, de acordo com o protocolo do fabricante desenvolvido especialmente para o sistema de cultivo da fazenda.

Figura 24 – Hipoclorito de cálcio utilizado para desinfecção da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 25– Nitrato de cálcio utilizado para fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 26 – Melaço em pó utilizado como fonte de carbono para a fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 27– Hidróxido de cálcio utilizado para fertilização da água na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

### 3.3 Recepção de pós-larvas e povoamento dos tanques berçários

Na compra das pós-larvas, com certa antecedência, a fazenda estabeleceu a salinidade para recebimento dos animais, adequada à transferência para o tanque berçário, reduzindo o estresse dos animais. Um laudo do laboratório atestando a sanidade dos lotes também foi solicitado. Geralmente, são adquiridas pós-larvas no estágio PL 12 (Figura 28). O transporte do laboratório até a fazenda foi realizado em caminhões com caixas de transporte isotérmicas (Figura 29), aeração e cilindros de oxigênio. A densidade média para o transporte foi de 500 pós-larvas/L e o responsável pelo transporte alimentou as pós-larvas e verificou o oxigênio dissolvido a cada 3 h. A estocagem das pós-larvas nos berçários foi programada para ocorrer entre quatro e 10 dias depois de finalizado o manejo de fertilização.

Pós-larvas de baixa qualidade comprometem todo o ciclo produtivo, pois aumentam a taxa de mortalidade, apresentam baixa resistência aos fatores ambientais, são mais propícias a adquirirem patologia e alta taxa de conversão alimentar, e contribuem para um lote mais desuniforme ao final ciclo de cultivo. (SANTOS *et al.*, 2005). A qualidade das pós-larvas foi inspecionada logo na chegada a fazenda. Observou-se fatores como a natação, a uniformidade e a coloração das pós-larvas, além da realização de um teste de estresse colocando-se os animais diretamente das caixas de transporte em um recipiente com água do berçário, sem nenhuma aclimação para observar a ocorrência de mortalidade.

Antes de transferir as pós-larvas para o tanque berçário foram medidos os parâmetros da água (oxigênio dissolvido, temperatura e pH) tanto nas caixas de transporte como no TB. A transferência é realizada quando não há diferenças significativas nos parâmetros. Caso contrário, é realizada uma aclimação diminuindo o nível de água da caixa de transporte e completando com água do berçário até que seja seguro realizar a transferência, que ocorre por meio de mangueiras acopladas à parte inferior das caixas. O horário de recepção preferencialmente ocorre às 04:00 h da manhã, pois notou-se que é o horário no qual há maior semelhança de parâmetros de água.

A densidade de povoamento do TB, visando um cultivo bifásico foi de 2 PL/L, correspondendo a 1 milhão de PL para um tanque berçário de 500 m<sup>3</sup>. A transferência para o viveiro de engorda ocorreu quando os juvenis alcançaram peso entre 0,5 e 1,0 g, com aproximadamente 30 dias de cultivo.

Figura 28 – Pós-larvas adquiridas no estágio PL 12 para povoamento de tanque berçário.



Fonte: o Autor.

Figura 29 – Caminhão com caixas de transporte realizando a entrega das pós-larvas.



Fonte: o Autor.

### 3.4 Transferência de animais para o viveiro de engorda

O primeiro passo foi drenar água para baixar o nível do berçário até 70%. Os animais foram capturados inicialmente por arrasto com puçá (Figura 30) para a redução da biomassa, sendo ao final, coletados pela tubulação de drenagem, mediante drenagem final e completa do tanque berçário. Para calcular a sobrevivência e determinar a biomassa transferida foram realizadas a biometria e pesagem (Figura 31) dos animais. O procedimento foi realizado no final da tarde para que os funcionários não sofressem com as altas temperaturas no interior das estufas. O transporte foi feito em baldes plásticos, sem adição de água, para o viveiro adjacente.

Também foi realizada a comparação dos valores dos parâmetros da água (oxigênio dissolvido, temperatura e pH) antes de transferir as pós-larvas para o viveiro. Porém, mesmo antes da transferência, a água foi submetida a um manejo para manter os parâmetros os mais semelhantes possíveis.

Figura 30 – Uso de puçá para retirada dos camarões do tanque berçário.



Fonte: o Autor.

Figura 31– Pesagem dos camarões retirados do tanque berçário.



Fonte: o Autor.

### 3.5 Monitoramento e manejo da qualidade de água

A qualidade da água é um dos fatores determinantes do sucesso de uma operação de engorda de camarões. Níveis inadequados de qualidade da água levam os camarões ao estresse, gerando problemas na produção como uma maior susceptibilidade a enfermidades, menores taxas de crescimento e baixo consumo alimentar (NUNES *et al.*, 2005). Segundo o mesmo autor, os parâmetros de qualidade de água nos viveiros de cultivo são dinâmicos, sofrendo mudanças temporais reguladas por fatores ambientais e operacionais. Estações do ano, horário do dia e da noite, velocidade e ação dos ventos, profundidade dos viveiros, taxas de alimentação e biomassa estocada, são alguns fatores que podem promover alterações significativas na qualidade da água. O Quadro 2 sugere valores para os principais parâmetros de qualidade de água no cultivo de camarões marinhos.

Na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda., o monitoramento dos parâmetros de qualidade de água é realizado através da leitura de instrumentos em campo e de análises laboratoriais realizadas na própria fazenda. Diariamente, foram acompanhadas as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), valores de temperatura e valores de pH. Outros importantes parâmetros, foram também monitorados, com diferentes frequências, conforme descrito mais adiante. Ao se detectar parâmetros fora dos níveis desejados, medidas corretivas foram adotadas.

Quadro 2 – Níveis ideais de qualidade de água de viveiros de camarão.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores Ideais</b>
Oxigênio dissolvido	$\geq 3,0$ mg/L
Temperatura	$\geq 22^{\circ}\text{C}$ e $\leq 32^{\circ}\text{C}$
Salinidade	$\geq 0,5$ e $\leq 60$ ‰
pH	6,0 – 9,0 unidades
Sólidos totais	$\leq 50$ mg/L
Amônia tóxica (NH <sub>3</sub> )	$< 0,1$ mg/L
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	$< 1$ mg/L
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	$\leq 60$ mg/L
Alcalinidade total	$\geq 100$ mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza total	$\geq 150$ mg/L

Fonte: Nunes *et al.* (2005).

### 3.5.1 Oxigênio dissolvido e aeração artificial

O OD é o parâmetro de qualidade da água mais importante na aquicultura (ARANA, 2004b). Além da demanda de oxigênio necessária para a sobrevivência dos camarões, o cultivo com baixa renovação de água e altas densidades necessita de um aporte extra. A oxidação da matéria orgânica produzida, a respiração do fitoplâncton, o metabolismo microbiano aeróbico e a respiração dos bioflocos que devem estar em constante ressuspensão na coluna d'água provocam um maior consumo de OD (BURFORD *et al.* 2003, WASIELESKY *et al.* 2006).

Os viveiros de cultivo possuem cinco fontes principais de oxigênio: fitoplâncton e plantas aquáticas (fotossíntese), oxigênio atmosférico (difusão), oxigênio da água adicionada (troca de água), oxigênio a partir de aeradores mecânicos e oxigênio oriundo de produtos químicos (ALVES; MELLO, 2007).

Na fazenda, os valores de OD foram mensurados diariamente utilizando-se oxímetros digitais (Figura 32) com precisão de 0,01 mg/L, às 01:00, 04:00, 07:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00 e 22:00 h, sempre em dois pontos: um na periferia do viveiro ou tanque berçário e outro na parte central.

Os aeradores mecânicos eram colocados nos viveiros em uma relação média de 100,0 HP/ha, ou seja, cada viveiro possuía 20 aeradores com potência de 2,0 HP cada. No VE-05, desses 20 aeradores, 19 eram aeradores de pá (Figura 33) e um era aerador de ondas (Figura 34), localizado na parte central do viveiro. O posicionamento dos aeradores no viveiro foi feito de forma que se promove um movimento circular da massa de água,

contribuindo para que a matéria orgânica se concentre próxima ao dreno central do viveiro. Os aeradores foram acionados 24 h por dia. No início dos ciclos de produção, quando ainda há menor biomassa de animais e menores quantidades de ração e de excretas lançadas no meio, foram acionados apenas o aerador de ondas e quatro aeradores de pá. No decorrer do cultivo, conforme a demanda, foram acionados os demais aeradores de pá.

Figura 32 – Oxímetro digital utilizado na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 33 – Aeradores de pá em funcionamento na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 34 – Aerador de ondas da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Nos tanques berçários, um sistema de aeração no fundo proporciona a circulação de toda a massa d'água, promovendo a introdução de oxigênio e a melhor distribuição da ração ofertada. Foram usados três sopradores de ar com potência de 7,5 cv cada (Figura 35) para garantir o suprimento de OD, sendo que operaram dois de cada vez, com o terceiro de reserva para eventuais problemas. O ar dos sopradores flui por mangueiras e é incorporado na água através de “aranhas” de mangueiras micro porosas (Figura 36). Além do sistema de aeração por sopradores, cada berçário possui dois aeradores de 2,0 HP, localizados na região central, em sentidos opostos, proporcionando a circulação da massa de água.

Figura 35 – Sopradores de ar da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 36 – Aranhas de mangueiras micro porosas da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Em casos extremos, quando a aeração mecânica não é o suficiente para realizar a correção de oxigênio dissolvido, ou em condições de emergência como a falta de energia elétrica, pode ser aplicado peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) como fonte de oxigênio para os camarões (FURTADO *et al.* 2014). A quantidade a ser utilizada é determinada pelo técnico responsável, podendo variar de acordo com as condições específicas para cada caso.

### 3.5.2 Temperatura

Estudos mostram que a temperatura afeta o comportamento dos camarões, influenciando no metabolismo do animal e no consumo alimentar. Sob condições de temperaturas mais baixas, há redução no consumo de alimento e no crescimento dos animais, comprometendo o sucesso do cultivo (WYBAN; WALSH; GODIN, 1995).

A temperatura da água no cultivo não é um fator que pode ser facilmente ajustado sem implicar em consideráveis custos adicionais, especialmente nos viveiros ao ar livre (SCHRYVER *et al.* 2008). Durante os últimos anos pesquisadores desenvolveram novos métodos de produção de camarão em estufas fechadas com sistemas de *raceway* (BROWDY; MOSS, 2005). Tal estratégia mantém a temperatura da água mais elevada e possibilita produzir camarão durante todo o ano (WASIELESKY *et al.* 2006).

O oxímetro utilizado na fazenda também fornece leituras de temperatura. Quanto maior o nível de água, menores são as variações nictimerais (24 h) de temperatura no viveiro. Outra importante vantagem do uso dos aeradores nos cultivos da fazenda é o fato de que a forte movimentação da massa de água promovida pela aeração evita que haja estratificação térmica da coluna de água. Segundo Sá (2012), nessa situação, a camada de fundo, por não receber o oxigênio superficial, terá sua concentração de oxigênio dissolvido diminuída progressivamente, podendo vir a faltar por completo. Quando isso ocorre, toda matéria orgânica depositada no fundo entra em decomposição anaeróbia que produz gases tóxicos aos animais.

As estufas nos berçários e viveiros proporcionam um maior controle sobre a temperatura destes ambientes. Com isso evitam-se problemas com a manifestação de patógenos sensíveis a hipertermia, como o vírus causador da WSSV e promove-se o aumento da taxa metabólica dos animais, havendo um maior consumo alimentar e taxa de crescimento (KRUMMENAUER, 2012).

Quando a temperatura da água ultrapassa 32°C algumas das portas e janelas das estufas são abertas para evitar hipertermia.

### 3.5.3 pH

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração do íon H<sup>+</sup> a partir do qual se expressa o grau de acidez (<7), neutralidade (7) ou alcalinidade (7-14) de um ambiente (VILLE, 1967). É um importante parâmetro nos ambientes aquáticos e sua relação com os animais do meio está diretamente ligada a efeitos sobre o metabolismo e processos fisiológicos.

Segundo Alves e Mello (2007), em pH ácido o tecido branquial é afetado, pois quando os animais são expostos a baixos teores de pH, a quantidade de muco da superfície branquial se incrementa. O excesso de muco interfere no intercâmbio gasoso e iônico, que se realiza através das brânquias. Dessa forma, um desequilíbrio do balanço ácido-básico sanguíneo resulta em estresse respiratório e diminuição da concentração do cloreto de sódio sanguíneo, fato que provoca um sério distúrbio osmótico. Com isso, o animal gastará mais energia para osmorregular e, conseqüentemente, apresentará uma menor taxa de crescimento. Em condições de estresse alcalino, as brânquias também são afetadas, ocorrendo uma hipertrofia nas células mucosas da base dos filamentos branquiais. Tanto em condições ácidas como alcalinas, os camarões sofrem mudanças no pH dos fluidos corporais. Para tamponar tais fluidos, estes animais reabsorvem a porção mineral da carapaça (carbonato). Para isso, gastam uma grande quantidade de energia, além de apresentarem problemas de endurecimento da carapaça. Isto se reflete diretamente no crescimento dos animais cultivados.

Outro fator importante é que quando o pH da água começa a subir muito, há maior formação da forma tóxica da amônia (NH<sub>3</sub>), em detrimento da forma não tóxica (NH<sub>4</sub>). Esse fenômeno pode ser observado na seguinte reação:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ , onde altas concentrações de íons OH<sup>-</sup> (pH elevado) deslocam o equilíbrio da reação para a esquerda, aumentando o risco de mortalidade dos camarões (SÁ, 2012).

De acordo com Boyd (1990), com o pH na faixa de 6,0 a 9,0, o *L. vannamei* consegue obter um ótimo crescimento. Além disso, o pH na faixa de 7 a 9 favorece o desenvolvimento de bactérias nitrificantes, que são responsáveis pelo processo de oxidação da amônia ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ) (VAN WYK *et al.* 1999; CHEN; LING; BLANCHETON, 2006).

Durante um período de 24 h ocorrem flutuações dos níveis de oxigênio dissolvido, pH e dióxido de carbono, pois durante a fase clara do dia ocorre a remoção do CO<sub>2</sub> e elevação do pH e OD, devido os processos de fotossíntese. Já na parte da noite cessa a fotossíntese e predomina a respiração com a liberação de CO<sub>2</sub> por parte dos organismos aeróbicos, reduzindo o pH e níveis de OD do meio de cultivo (ARANA, 2004a). Com o passar do tempo de cultivo os níveis de sólidos suspensos totais aumentam e a comunidade bacteriana heterotrófica passa a ser predominante. Nesta situação ocorre uma atenuação da flutuação diária nos valores de pH, pois o processo de fotossíntese é reduzido pela turbidez elevada e consequente redução da luminosidade na coluna d'água (ARANA *et al.* 2010; FURTADO; POERSCH; WASIELESKY JR, 2011).

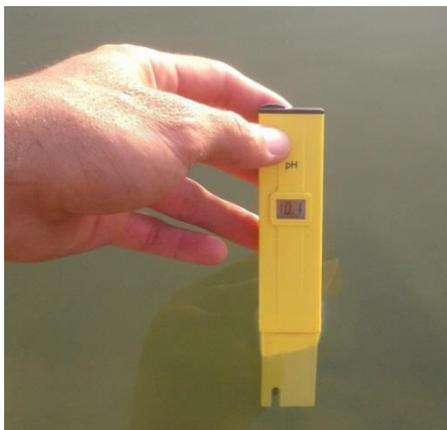
Segundo Sá (2012), o Ca(CO<sub>3</sub>), além de consumir CO<sub>2</sub> evitando que ele reaja com a água formando ácido carbônico, forma íons bicarbonatos aumentando a alcalinidade e o poder tampão da água, contribuindo para menores variações no pH, através da reação  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ . O Ca(OH)<sub>2</sub> libera hidroxilas no meio, aumentando rapidamente o pH através da reação  $\text{Ca(OH)}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ ; ou então, na presença de CO<sub>2</sub>, reage formando carbonatos:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; além de decantar parte do fitoplâncton.

No período de estágio, o pH foi medido diariamente, às 07:00 e 16:00 h. O pHmetro (Figura 37) utilizado possuía precisão de uma casa decimal (0,1). Nesse período, não foram necessárias correções de valores de pH. A manutenção adequada da alcalinidade no ambiente de cultivo contribui para a moderação nas alterações de pH decorrentes de processos respiratórios e fotossintéticos (VAN WYK *et al.* 1999).

Porém, para situações em que se deseja elevar o pH, pode-se realizar uma calagem utilizando-se compostos alcalinizantes, como o carbonato de cálcio Ca(CO<sub>3</sub>) ou hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) em proporção variável, definida pelo engenheiro responsável para cada situação específica.

Para situações em que se deseja diminuir o pH da água, pode-se proceder com a utilização de melão em pó, que por ser uma fonte de carbono orgânico, estimula comunidades heterotróficas, as quais ao realizarem respiração, liberam CO<sub>2</sub> na água, acidificando-a.

Figura 37 – pHmetro da fazenda  
Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

#### 3.5.4 Alcalinidade

A alcalinidade da água se refere à concentração total de bases tituláveis capazes de neutralizar cátions de hidrogênio, sendo os íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) as principais destas bases, e é expressa em equivalentes de carbonato de cálcio ( $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ). A alcalinidade total também é definida como a capacidade de tamponamento da água, ou seja, a capacidade da água manter o equilíbrio ácido-base, como segue na equação:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$  (ARANA, 2004b; BARBIERI, OSTRENSKY, 2002).

O consumo da alcalinidade como fonte de carbono é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, apesar de ocorrer de forma moderada, fazendo com que seja necessária a adição de carbonatos para manter a alcalinidade entre 100 e 150  $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$  (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Conforme Ebeling, Timmons e Bisogni (2006) para cada grama de nitrogênio amoniacal convertida em biomassa microbiana heterotrófica, são consumidas 4,71 g de oxigênio dissolvido, 3,57 g de alcalinidade e 15,17 g de carboidratos, e são produzidos 8,07 g de biomassa microbiana e 9,65 g de dióxido de carbono. Já as bactérias nitrificantes que são autotróficas e dependem de carbono inorgânico oriundo da alcalinidade ( $\text{CaCO}_3$ ), consomem 7,05 g  $\text{CaCO}_3$  para removerem um grama de nitrogênio amoniacal, produzindo 0,17 g de biomassa bacteriana.

Algumas propriedades químicas importantes dos compostos alcalinizantes empregados no cultivo de camarões marinhos são descritas a seguir.

O carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) é um composto químico hidrossolúvel, com poder de neutralização (PN) de 94%, taxa de reatividade (RE) de 96% e poder relativo de neutralização total (PRNT) de 95% (FURTADO; POERSCH; WASIELESKY JR, 2011). O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é um também hidrossolúvel, com PN de 56%, RE de 97% e PRNT de 55% sendo muito eficiente para elevar a alcalinidade da água, mantendo o pH estável (LOYLESS; MALONE, 1997). Já o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) é um composto químico solúvel em água, com elevado PN (132%), RE de 62% e PRNT de 81%. Esse composto é um eficaz alcalinizante, no entanto pode elevar o pH bruscamente de acordo com a dosagem aplicada (WHANGCHAI *et al.*, 2004).

Segundo Furtado, Poersch e Wasielesky Jr. (2011), o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) resultou na melhor relação custo-benefício quando comparou com o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) em seu trabalho, já que proporcionou condições físicas e químicas da qualidade da água favoráveis para o desenvolvimento dos bioflocos e crescimento dos juvenis de *Litopenaeus vannamei*, apresentando menor custo de correção da alcalinidade e pH.

Na fazenda, o monitoramento da alcalinidade foi feito geralmente a cada três dias, utilizando-se um aparelho fotômetro digital portátil YSI® 9500 (Figura 38). Quando se observaram valores abaixo do ideal para a alcalinidade, a correção foi feita através da aplicação do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), levando-se em consideração o nível a ser elevado, a concentração do composto químico a ser aplicado e o volume útil do tanque. A aplicação foi realizada com diluição do hidróxido de cálcio com água do próprio viveiro em uma caixa d'água de 500 L (Figura 39) e, posteriormente, sifonando a solução dentro do viveiro com uma mangueira acoplada na caixa (Figura 40). O forte sistema de aeração foi capaz de homogeneizar a aplicação.

Figura 38 - Fotômetro digital portátil YSI® 9500 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 39 – Diluição do hidróxido de cálcio com água do viveiro em uma caixa d'água.



Fonte: o Autor.

Figura 40 – Aplicação do hidróxido de cálcio no viveiro de engorda.



Fonte: o Autor.

### 3.5.5 Sólidos Sedimentáveis

A concentração de sólidos pode ser quantificada no ambiente de cultivo por meio da análise de sólidos suspensos totais (SST) ou por meio dos sólidos sedimentáveis (SS). O excesso de sólidos suspensos no sistema de cultivo pode causar impactos negativos como, aumento da demanda biológica de oxigênio e oclusão de brânquias dos animais cultivados podendo comprometer índices de sobrevivência e de crescimento (GAONA, *et al.*, 2011). Segundo Samocha *et al.* (2007), recomenda-se manter a concentração de sólidos sedimentáveis (SS) no máximo em 10 mL/L ou 500 mg/L de sólidos suspensos totais (SST).

Aproximadamente 40% da biomassa bacteriana presente na coluna da água de viveiros revestidos está associada com sólidos suspensos, tornando as bactérias os microrganismos precursores na agregação dos flocos microbianos (BURFORD *et al.* 2003). Com isso, o fornecimento de fontes de carbono, que estimulam o crescimento de bactérias heterotróficas, tem como consequência o aumento das concentrações de sólidos suspensos (XU; PAN 2012). Em seguida, o estabelecimento das comunidades de bactérias nitrificantes possibilita também a agregação de microrganismos, caracterizando a geração de sólidos suspensos totais (SST) (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Uma vez por semana, os sólidos sedimentáveis foram determinados coletando-se uma amostra de água de 1,0 L de cada viveiro ou tanque berçário em cones de Inhoff (Figura 41). Os cones foram postos em repouso por aproximadamente 15 min., para a sedimentação dos sólidos e, posteriormente, realizada a leitura da concentração em mL/L no cone. A avaliação dos sólidos suspensos totais através de filtragem torna o método mais preciso em comparação aos sólidos sedimentáveis. Porém, não há equipamento adequado a esta prática no laboratório da fazenda.

A remoção de sólidos da coluna de água a fim de aumentar a penetração de luz e estimular a fotossíntese pode ter um efeito positivo no crescimento do camarão e na melhoria da qualidade da água como um todo (ATWOOD *et al.* 2005). Ao se retirar células velhas, menos ativas, se promove uma comunidade microbiana mais jovem e mais ativa (WEIRICH *et al.* 2003). Isto produz células ricas em novos açúcares e ácidos graxos aumentando a qualidade nutricional dos flocos e também a absorção da amônia (COHEN *et al.* 2005).

Nos tanques berçários, o excesso de sólidos foi retirado através do uso de um clarificador de 5.000 L (Figura 42).

Nos viveiros, para evitar o excesso de sólidos, foram realizadas drenagens de fundo. Para isto, os aeradores da parte central do viveiro foram desligados e mantendo-se os

demais em funcionamento, possibilitando assim o acúmulo e decantação dos sólidos na região central, onde está localizado o dreno. Em seguida procedeu-se com a drenagem, retirando as tábuas da comporta.

Figura 41 - Cones de Inhoff utilizados na determinação dos sólidos sedimentáveis.



Fonte: o Autor.

Figura 42 – Clarificador utilizado no tanque berçário 03 da fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

### 3.5.6 Salinidade

A concentração total de íons dissolvidos na água, ou a salinidade, é de grande relevância para a aquicultura, afetando a solubilidade do oxigênio na água e a escolha de espécies para o cultivo (ESTEVES, 1998).

A tolerância dos camarões peneídeos às rápidas e amplas flutuações nos níveis de salinidade da água é resultado da capacidade de osmorregulação adquirida ao longo da evolução desses animais. Como eurihalinos, os peneídeos mantêm a concentração interna menor que a do meio em altas salinidades ou maior que a do meio em baixas salinidades (CHARMANTIER, 1987).

Na prática, o cultivo de *L. vannamei* no Brasil vai desde ambientes com águas praticamente doces (próximas a 0‰) até águas hipersalinas (chegando a 60‰). Segundo Sá (2012), o processo de osmorregulação envolve gasto de energia que poderia estar sendo usada em outras finalidades como manutenção da integridade do sistema imunológico e crescimento corporal. Isso acontece porque a osmorregulação é uma das atividades vitais dos animais aquáticos.

A água captada pela fazenda para o cultivo, por ser no estuário do rio quando a maré está alta (preamar), geralmente possui altos valores de salinidade na maior parte do ano, exceto no inverno. O monitoramento da salinidade geralmente é realizado duas vezes por semana utilizando um refratômetro (Figura 43). Em casos nos quais se deseja reduzir a salinidade da água em um viveiro, a única alternativa é realizar renovações de água, bombeando para o viveiro água com menor salinidade em relação à que ali se encontra.

Figura 43 – Refratômetro portátil utilizado para medição de salinidade.



Fonte: Kahic Rocha. Arquivo pessoal.

### 3.5.7 Compostos nitrogenados

Um dos maiores problemas de qualidade da água em sistemas aquícolas intensivos é o acúmulo de formas tóxicas de nitrogênio inorgânico na água. O nitrogênio amoniacal total (NAT) consiste na soma da amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), sendo esta última a forma mais tóxica, devido a sua capacidade de difusão pelas membranas celulares, assim como o nitrito (AVNIMELECH, 1999). A amônia, dependendo das concentrações, deteriora a qualidade de água, reduz o crescimento e a sobrevivência dos organismos cultivados. O nível de segurança do NAT para juvenis de *L. vannamei* em é de 2,44 e 3,95 mg/L para as respectivas salinidades, 15 e 35 ‰ (LIN; CHEN, 2001).

O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) é o produto intermediário da nitrificação do NAT e desnitrificação do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), aumentando diretamente com o decorrer do cultivo, podendo ter efeito conjunto com amônia. Igualmente, o acúmulo deste nitrogenado pode causar danos à qualidade da água, diminuição do crescimento dos camarões, aumento do consumo de OD e altas taxas de mortalidade. Para o  $\text{NO}_2^-$ , os teores não devem exceder a 6,1 e 25,7 mg/L para as salinidades 15 e 35 ‰, respectivamente. Ou seja, quanto maior a salinidade, menor será a toxicidade deste composto (LIN; CHEN, 2003).

O  $\text{NO}_3^-$  é o produto final do processo de nitrificação e tende a acumular em concentrações elevadas, sendo o composto menos tóxico, pois para causar efeito nos organismos cultivados as concentrações devem estar superiores a 60 mg/L (VAN WYK *et al.* 1999).

Amostras de água dos viveiros foram coletadas para serem analisadas no laboratório da fazenda, utilizando o mesmo fotômetro digital portátil supracitado (Figura 44). As concentrações de NAT foram mensuradas diariamente, as de  $\text{NO}_2^-$  geralmente duas vezes por semana e as de  $\text{NO}_3^-$ , uma vez por semana.

Consoante com Avnimelech (2012), são quatro as principais formas de controle dos compostos nitrogenados em um cultivo:

- 1) Controle fotoautotrófico, em que o nitrogênio dissolvido é absorvido e transformado em proteína algal;
- 2) Nitrificação, cujas bactérias autotróficas aeróbicas promovem o ciclo do nitrogênio, transformando a amônia em nitrito e por último em nitrato; quanto ao nitrato, este pode ser convertido em gás nitrogênio através da ação de bactérias desnitrificantes e volatilizado para a atmosfera;

- 3) Controle heterotrófico, que é estimulado por meio de uma relação C:N elevada e forte aeração, para estimular a concentração de bactérias heterotróficas aeróbicas do meio que são preconizadoras dos bioflocos, auxiliando na manutenção da concentração de amônia em níveis ideais ao cultivo e na suplementação do animal estocado e;
- 4) Por último, o controle realizado por troca de água, quando as formas anteriores não forem efetivas no ambiente, pode-se realizar uma diluição na concentração dos compostos nitrogenados com a entrada de água nova.

Figura 44 – Análise de água para determinação de compostos nitrogenados utilizando fotômetro digital.



Fonte: o Autor.

### *3.5.8 Manejo para o controle da Amônia*

A manipulação da relação C:N promove a redução nas concentrações de amônia mais rapidamente do que o processo de nitrificação, diminuindo rapidamente as concentrações de amônia dissolvida na água (AZIM; LITTLE, 2008). Esse grupo de bactérias heterotróficas tem a taxa de crescimento e produção da biomassa bacteriana 10 vezes superior que o surgimento das bactérias nitrificantes. Devido ao crescimento lento das bactérias

autotróficas, o nitrito tende a acumular em concentrações significativas no ambiente de cultivo (HARGREAVES, 2006; CRAB *et al.*, 2007).

Para que as bactérias possam usar o excedente de amônia, é necessária a aplicação de uma fonte de carbono orgânico no sistema, possibilitando a transformação do nitrogênio inorgânico em proteína microbiana. A manutenção da comunidade bacteriana no meio de cultivo é estimulada pela adição de carbono ao sistema, aumentando a relação C:N para 15-20:1, (AVNIMELECH, 1999).

A relação C:N na água está vinculada à disponibilidade e competição por carbono orgânico e amônia. Para uma alta relação C:N, bactérias heterotróficas competem com as autotróficas por oxigênio dissolvido e espaço, sendo privilegiadas (MICHAUD *et al.*, 2006). Diferentes formas de carboidratos podem ser usadas como fonte de carbono, sendo mais comumente utilizado o melaço de cana de açúcar (na forma líquida ou em pó) (SAMOCHA *et al.* 2007).

Na fazenda Expopesca, procura-se estimular a remoção de amônia pela via heterotrófica principalmente e preferencialmente no início do cultivo, quando ainda não há o estabelecimento adequado das bactérias nitrificantes, devido ao seu lento crescimento. Justamente por isso, há um cuidado para que não haja a remoção completa da amônia por via heterotrófica, o que acarretaria em uma falta de nutrientes (nitrogenados) para o desenvolvimento das bactérias nitrificantes, prejudicando seu desenvolvimento, e tornando a remoção de amônia mais dependente da via heterotrófica.

Os principais impactos gerados sobre a qualidade da água em sistemas heterotróficos descritos por Ebeling, Timmons e Bisogni (2006) são a produção bem maior de biomassa bacteriana quando comparado com cultivos autotróficos e consequente incremento de sólidos suspensos, que podem influenciar fortemente a qualidade da água de cultivo. Com este incremento de SS, o sistema fica carregado de matéria orgânica que não é reciclada e cria uma zona anóxica, limitando a área de ocupação dos camarões, além do risco de doenças (AVNIMELECH; RITVO, 2003). Todos esses problemas acarretam menores índices de desempenho zootécnico, resultando em baixa produtividade.

Na fazenda Expopesca, quando a concentração determinada no teste de NAT se encontra maior que 2,0 mg/L, estimula-se o desenvolvimento das bactérias heterotróficas, objetivando controlar a concentração de NAT. Para tanto, é calculada a quantidade de melaço de cana em pó como fonte de carbono a ser introduzida no meio de cultivo utilizando a seguinte relação, de acordo com as recomendações da gerência da fazenda:

$$Q = \left[ \frac{[NAT - 1] \times 6 \times \left[ \frac{100}{\%C} \right] \times Volume\ do\ viveiro\ (m^3)}{1000} \right]$$

Onde: Q = Quantidade de melaço a ser aplicado (kg);

[NAT] = concentração de nitrogênio amoniacal total em mg/L;

1 = Valor tolerável;

6 = para aumentar a relação C: N em seis partes;

% C = % de carbono no melaço;

1000 = Fator de transformação de gramas para quilogramas;

A aplicação do melaço é realizada com a diluição do produto no caiaque com água do próprio viveiro e distribuída por voleio na superfície da água (Figura 45). Antes do manejo verifica-se a concentração de oxigênio dissolvido na água, pois pode ocorrer uma redução em tal concentração, resultado do consumo de oxigênio dissolvido por parte das bactérias heterotróficas. Quando a quantidade de melaço a ser aplicada é elevada, recomenda-se dividir em mais de uma aplicação.

Figura 45 – Diluição de melaço no caiaque para aplicação no viveiro.



Fonte: o Autor.

### 3.5.9 Manejo para o controle de Nitrito

Na fazenda Expopesca, geralmente, não há problemas com valores elevados de nitrito, sendo determinada sua concentração duas vezes por semana.

As causas para a ocorrência de elevadas concentrações de nitrito na água são basicamente as mesmas para a ocorrência de elevadas concentrações de amônia, já que o

nitrito surge da oxidação parcial da amônia. Em casos em que não há oxigênio dissolvido na disponível para a oxidação de nitrito a nitrato, também há o acúmulo de nitrito na água. (SÁ, 2012). Foi relatado também que, em determinado caso na fazenda Expopesca, a fertilização com compostos a base de nitrato, associada a regiões anóxicas no viveiro, fez com que houvesse um pico de nitrito pela transformação (redução) de nitrato a nitrito, por bactérias anaeróbias.

A matéria orgânica acumulada e o predomínio de bactérias heterotróficas pode levar a inibição do crescimento populacional das bactérias nitrificantes, dificultando o estabelecimento de bactérias nitrito-oxidantes (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Podem-se prevenir níveis inadequados de nitrito através do correto favorecimento e manutenção das bactérias nitrificantes, mantendo-se níveis adequados de oxigênio e alcalinidade, além do controle adequado de sólidos suspensos para que não ocorra o acúmulo de matéria orgânica e o predomínio de bactérias heterotróficas. Além disso, o reuso de parcelas de água com bioflocos já formados, juntamente com o controle dos níveis de SST no sistema foram efetivos para a manutenção das concentrações de nitrito abaixo das que afetam negativamente os camarões (GAONA *et al.* 2011).

Em raros casos de picos de nitrito em níveis prejudiciais ao cultivo, a medida corretiva adotada pela fazenda foi a realização de trocas de água.

### 3.5.10 *Uso de Probióticos*

A aplicação de probióticos no controle de bactérias e vírus patogênicos tem sido uma estratégia bastante utilizada e bem aceita, uma vez que os probióticos promovem diversos benefícios que melhoram os parâmetros zootécnicos e o ambiente de cultivo (FERREIRA *et al.*, 2012).

De acordo com Verschuere *et al.* (2000), probiótico é definido como microrganismo vivo, que ao ser introduzido nos tanques de cultivo atua no organismo cultivado de forma benéfica, seja melhorando o consumo ou absorção da ração, o sistema imunológico, o balanço de bactérias no trato digestório ou o próprio ambiente de cultivo. Balcázar *et al.* (2006) citaram seis mecanismos de atuação dos probióticos, sendo eles a melhora da resposta imune, efeitos antivirais, contribuição enzimática para a digestão, exclusão competitiva de bactérias patogênicas, fonte de nutrientes e influência sobre a qualidade da água.

A fazenda Expopesca utiliza um probiótico em pó. Segundo o fabricante, sua composição biológica agrega seis linhagens microbianas aeróbicas e anaeróbicas com versatilidade metabólica para otimizar a nutrição, qualificar o ambiente e aumentar a sanidade dos animais. A aplicação é de acordo com o protocolo do fabricante desenvolvido especialmente para o sistema de cultivo da fazenda. Adaptações indicadas pelo gerente de produção podem variar em função da densidade de cultivo, quantidade de ração, período do ciclo, qualidade da água e sanidade dos animais. O probiótico é misturado vigorosamente o em água doce, e após no mínimo 2 h, tempo necessário para hidratação e ativação celular dos microrganismos, é aplicado no viveiro ou tanque berçário.

### **3.6 Manejo alimentar**

A ração é um dos itens que mais gera custos de produção, devendo ser escolhida de forma correta, considerando os teores proteicos, energéticos, sua estabilidade na água, atratividade e digestibilidade de forma que os animais possam apresentar o melhor resultado zootécnico. Além disso, o fornecimento deve ocorrer de forma correta para evitar desperdício e problemas com a poluição nos ambientes aquáticos (NUNES, 2001).

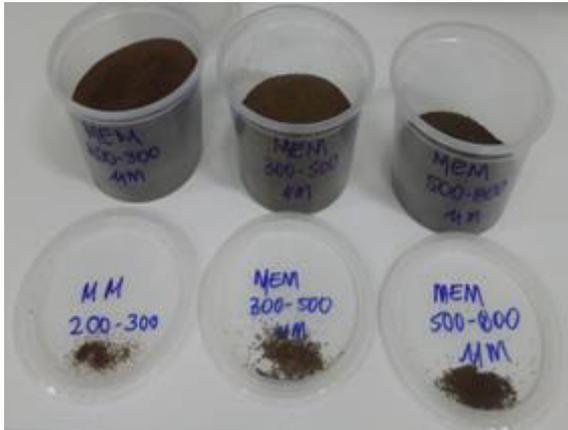
A alimentação dos camarões marinhos é constituída em geral por detritos, algas e zooplâncton. A quantidade consumida depende do estágio de desenvolvimento do camarão e da abundância de alimento no meio. Na fase inicial, os camarões são considerados onívoros, consumindo fitoplâncton, mudando para zooplâncton ao atingir o estágio de pós-larva. Quando adultos, são onívoros, detritívoros, oportunistas, carnívoros ou predadores (GARSON; PRETTO; ROUSE, 1986; SOBRINHO, 2011).

#### *3.6.1 Tipos de ração*

Na fazenda Expopesca, durante as primeiras semanas do cultivo são ofertadas dietas microextrusadas com 57% de proteína bruta (PB), produzidas com diferentes granulometrias (Figura 46) para oferta de acordo com a idade (estágio) e biometria dos animais, conforme o Quadro 3.

Após atingirem pelo menos 0,5 g, os camarões passam a ser alimentados com uma ração que possui 40% PB e granulometria entre 1 e 1,7 mm (Figura 47) indicada para juvenis de 0,2 a 3,0 g.

Figura 46 – Dietas microextrusadas com diferentes granulometrias (57% PB).



Fonte: o Autor.

Figura 47 – Ração indicada para juvenis de 0,2 a 3,0 g (40% PB).



Fonte: o Autor.

Quadro 3 – Recomendação de fornecimento da ração microextrusada com diferentes granulometrias de acordo com o estágio e biometria dos camarões.

Granulometria ( $\mu\text{m}$ )	Estágio	PLs/g
200 - 300	PL12 - PL17	350-46
300 - 500	PL17 - PL21	46-19
500 - 800	PL21 - PL26	19-8
> 800	> PL26	> 8

Fonte: Bernaqua®. Adaptado pelo Autor.

A partir de camarões com 3 g de peso corporal até a despesca, é utilizada uma ração entre 2,0 e 2,4 mm de diâmetro contendo 38% de proteína bruta (Figura 48).

Figura 48 – Ração indicada para camarões a partir de 3,0 g até a despesca (38% PB).



Fonte: o Autor.

### 3.6.2 Oferta de ração

O fornecimento de ração nos tanques berçários da fazenda Expopesca foi iniciado pelo método de voleio e com três bandejas de observação. A quantidade colocada nas bandejas foi de 10% da quantidade fornecida no trato. A alimentação diária foi dividida 12 vezes ao dia de 2 em 2 h, seguindo a tabela de alimentação recomendada pelo fabricante da ração. A oferta de ração nos viveiros (Figura 49) também ocorreu por voleio, porém com 10% da quantidade de ração a ser ofertada distribuída em 12 bandejas por viveiro (30 bandejas/ha) para a avaliação do consumo alimentar (Figura 50). Os tratos foram fornecidos às 10:00, 13:00, 15:00 e 17:00 h. A alimentação era suspensa sempre quando a concentração de OD alcançava valores abaixo de 3 mg/L e/ou quando a temperatura ultrapassava 33 °C.

As vantagens do arraçoamento por voleio combinado com o uso de bandejas para aferição do consumo alimentar é que se reduz o uso de mão de obra e amplia-se a distribuição do alimento, além de que promover a homogeneidade do lote devido a uma maior uniformidade na alimentação dos animais. Porém, este método requer monitoramento criterioso do consumo para se evitar sobre alimentação. Comparativamente, o arraçoamento exclusivo em bandejas tem a vantagem de uma maior precisão na estimativa do consumo alimentar, porém demanda o uso intenso de mão de obra (NUNES, 2003).

Figura 49 – Oferta de ração por voleio na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 50 – Oferta de ração em bandejas para a verificação do consumo alimentar na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

### 3.6.3 Ajuste de quantidade de ração

Tabelas alimentares recomendadas pelos fabricantes da ração que levam em consideração a quantidade de animais, idade e biometria dos animais, os dias de cultivo e a sobrevivência estimada são utilizadas para determinar a quantidade de ração a ser ofertada. A partir da segunda semana de cultivo iniciam-se as biometrias periódicas, que são utilizadas no cálculo da quantidade de ração a ser ofertada. Então, a taxa de alimentação é função do peso corporal dos animais, variando de acordo com o ganho de peso dos camarões e a biomassa estocada. Os arraçoadores também fazem um ajuste das refeições diariamente, considerando as sobras observadas a cada oferta individual de ração, de acordo com o Quadro 4.

Segundo Nunes *et al.* (2005), durante a muda, processo no qual os camarões trocam o exoesqueleto para permitir um aumento de sua massa corporal, os camarões acumulam uma grande quantidade de água e interrompem voluntariamente o consumo alimentar. Portanto, as refeições são ajustadas em função desse processo, havendo uma redução do consumo alimentar.

Além da utilização de bandejas para avaliação do consumo da ração fornecida, também foram utilizados outros métodos para a avaliação. Por exemplo, entrou-se nos tanques berçários e nos viveiros para verificar a presença de sobras de ração no fundo do TB ou VE. O trato intestinal de alguns animais amostrados também foi verificado, indicando subalimentação quando se encontrava incompleto.

Quadro 4 – Ajuste da quantidade de ração fornecida de acordo com as sobras observadas nas bandejas.

Sobra	Redução	Aumento
Muita	50%	-
Média	20%	-
Pouca	-	-
Nenhuma	-	A critério do gerente

Fonte: Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

### 3.7 Análises Presuntivas

A análise presuntiva é a técnica utilizada para monitorar o estado de saúde dos organismos aquáticos através da realização de diagnósticos presuntivos no laboratório da própria fazenda e no campo. As enfermidades nos organismos aquáticos têm uma evolução muito rápida, sendo muito importante realizar um diagnóstico que reúna todas as

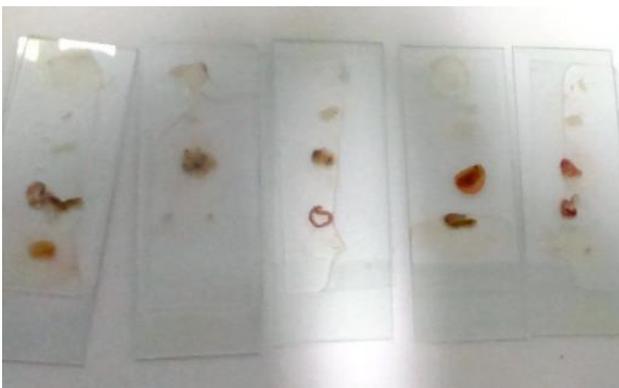
características que antecedam sua manifestação. A técnica de análise presuntiva se apresenta como uma alternativa valiosa no controle e combate a enfermidades. Este método consiste em dissecar o camarão e observar em fresco as alterações em seus órgãos e tecidos que possam estar sendo provocadas por patógenos ou por qualidade da água inadequados (SANTOS *et al.*, 2005).

Na fazenda, a análise presuntiva dos camarões do cultivo foi realizada uma vez por semana. Os animais foram coletados e observados macroscopicamente verificando a presença de rugosidades e fragilidade nas antenas (quebradiças), coloração do animal (pigmentação), observação dos urópodos (edemas, cor e lesões), trato digestivo (cheio, vazio, cor, formato), melanização do exoesqueleto e o aspecto do tecido muscular.

Após as observações macroscópicas, foi realizada a retirada da hemolinfa dos indivíduos, sua deposição em uma lâmina e cronometragem do tempo de coagulação. A seguir, foi feita a dissecação do camarão “*in vivo*” observando a ocorrência de possíveis alterações nos órgãos e tecidos. Foram retirados fragmentos do intestino anterior, hepatopâncreas, brânquias, carapaça, epipodito e intestino posterior. Após a montagem das lâminas (Figura 51), foi realizada a análise em microscópio de luz (Figura 52).

Alguns exemplos de alterações nos órgãos e tecidos de camarões observados nas análises presuntivas realizados na fazenda são mostrados na Figura 53.

Figura 51 – Lâminas montadas para análise presuntiva no laboratório da fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

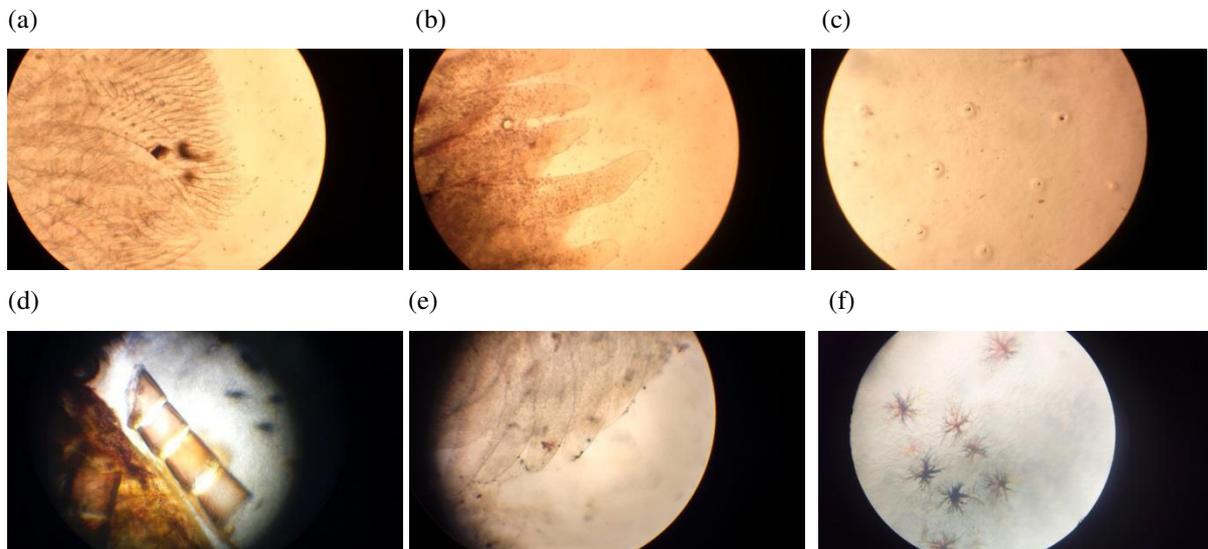
Figura 52 – Análise das lâminas montadas para análise presuntiva em microscópio na fazenda Expopesca Aquicultura comercial Ltda.



Fonte: o Autor.

Figura 53 – Alterações nos órgãos e tecidos de camarões observados nas análises presuntivas realizados na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

Necrose nas brânquias (a), Deformações nos túbulos do hepatopâncreas (b), Depósitos de sais de cálcio na carapaça (c), Evidência de canibalismo no intestino anterior – Fragmento de antênula (d), Substâncias aderidas nas brânquias (e), Cromatóforos da epiderme expandidos (f).



Fonte: o Autor.

### 3.8 Biometrias periódicas

O ganho de peso em gramas, por semana, dá uma ideia precisa do andamento do cultivo. No cultivo de camarão na Região Nordeste, um ganho semanal de peso de 1,0 g é considerado bom. Quando o camarão cresce entre 1,0 e 1,5 g por semana, o crescimento é considerado ótimo. Quando o ganho de peso semanal é inferior a 0,5 g, é preciso se atentar aos manejos para melhorar a taxa de crescimento. Inclusive, dependendo do estágio do cultivo, pode ser necessário despescar o viveiro, total ou parcialmente (COSTA; ANDREATTA; GRUMANN, 1999).

Nos tanques berçários da fazenda Expopesca, o processo de realização da biometria foi realizado diariamente, a partir da 2ª semana de cultivo com auxílio de um puçá para a captura dos animais. A biometria foi realizada em três pontos distintos do berçário. Já nos viveiros, a biometria foi realizada semanalmente em aproximadamente cinco pontos distintos do viveiro, com um mínimo de 100 camarões por ponto. Para a captura dos animais, utilizou-se uma tarrafa. Após a captura dos animais, é feita a drenagem do excesso de água, pesagem e contagem dos animais coletados, e por fim o cálculo da média de peso corporal dividindo o peso total da amostra pelo número de indivíduos desta mesma amostra.

O material utilizado foi previamente sanitizado com solução de cloro a 200 ppm, consistindo em um cuidado com biossegurança. Pode-se observar o processo de realização da biometria na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda. na Figura 54.

Figura 54 – Processo de realização da biometria na fazenda Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

Lance com a rede tarrafa (a), retirada dos animais da rede para a basqueta (b), drenagem do excesso de água (c), pesagem dos animais coletados (d), contagem dos animais coletados (e), cálculo da média (f).



Fonte: Autor

### 3.9 Despesca e resultados de produção

A despesca é consiste na retirada, total ou parcial, dos camarões do viveiro de produção, quando estes atingem um peso comercial ou quando há algum imprevisto que impossibilite a continuidade do ciclo (ABRUNHOSA, 2011).

O peso com o qual os camarões são despescados é variável, dependendo do valor de mercado, da gramatura procurada pelo comprador e das condições em que se encontra o cultivo, como por exemplo, a manutenção da qualidade de água e o estado de sanidade dos camarões. A partir do resultado da biometria dos camarões do viveiro a ser despescado, houve a negociação de preço e o fechamento da compra. Para despesca, a drenagem de água do viveiro foi relativamente lenta, inicialmente retirando-se as tábuas de nível da comporta de drenagem (Figura 55). Com antecedência, todo o material a ser utilizado, como redes, balança, monoblocos, caixas de fibra e sistema de iluminação foi levado para próximo da comporta de drenagem. Como a despesca tem início no final da tarde, prolongando-se até o dia seguinte, um sistema de iluminação foi instalado previamente nas proximidades da comporta (Figura 56).

Figura 55 – Retirada das tábuas de nível da comporta de drenagem.



Fonte: o Autor.

Figura 56 – Sistema de iluminação instalado nas proximidades da comporta de drenagem.



Fonte: o Autor.

Com a chegada do caminhão que realizará o transporte do camarão despescado foi dado início à drenagem para despesca. A atividade teve início ao fim da tarde, com temperaturas mais baixas, evitando a exposição dos camarões a temperaturas mais elevadas e

à incidência de raios solares, além de um maior consumo de gelo para a conservação. O processo teve duração de aproximadamente 12 h.

Com o viveiro já sendo drenado, todo o primeiro conjunto de tábuas de controle de nível foi retirado, inclusive a tábua com fundo falso. Em seguida, foi retirada a tela do dreno central que evita a fuga dos camarões, permitindo que estes passassem por dentro da tubulação de drenagem seguindo até a rede que já foi previamente instalada na terceira ranhura da comporta.

Uma vez na rede, os animais foram coletados nos monoblocos que seguiram para o abate em caixas de 1000 L contendo água bombeada do próprio viveiro e gelo triturado, para o abate por hipotermia (Figura 57). Também foi adicionado metabissulfito de sódio (Figura 58) nessas caixas para o abate. A quantidade utilizada de metabissulfito de sódio foi a critério do comprador, sendo ele responsável pela compra, preparo e proporção de uso. Segundo Nunes *et al.* (2005), o metabissulfito é utilizado para prevenir as reações de formação de manchas pretas na casca e no abdômen de camarões no momento da despesca. A proporção usada foi de aproximadamente 5 kg de metabissulfito para cada 1.000 kg de camarão.

Após o abate, a drenagem do excesso de água foi feita nos monoblocos vazados para posterior pesagem nas basquetas. De acordo com o pedido do comprador, foram colocados 15 kg de camarão por basqueta.

Figura 57 – Abate do camarão por hipotermia em caixas de 1000 L contendo água e gelo triturado.



Fonte: o Autor.

Figura 58 – Metabissulfito de sódio utilizado na despesca.



Fonte: o Autor.

Após as basquetas contendo os camarões terem sido devidamente pesadas, foram adicionados aproximadamente 2 L de água e uma camada de gelo por cima. Finalizado esse processo, as basquetas foram levadas pelo trator da fazenda até o caminhão de transporte (Figura 59), concluindo o processo de despesca.

Algumas medidas de biossegurança foram tomadas. Os carros utilizados para despescas não entraram na área de produção, ficaram estacionados próxima da entrada no interior do terreno. Todas as basquetas e monoblocos utilizados na despesca foram limpos e desinfetados com solução de cloro 200 ppm antes de serem encaminhadas à área de despesca. Todo o transporte de camarão despescado, gelo escama, basqueta, e monoblocos foi feito exclusivamente pelo trator da fazenda.

Figura 59 – Transferência das basquetas com camarão do trator da fazenda para o caminhão de transporte.



Fonte: o Autor.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do cultivo monofásico do no VE 05, acompanhado durante o período do estágio supervisionado.

Tabela 2 – Resultados do cultivo no VE 05 acompanhado durante o período do estágio supervisionado

<b>Viveiro 5 - Ciclo 01</b>	
Área (ha)	0,4
Volume (m <sup>3</sup> )	8.000
Tempo de Cultivo (dias)	92
População Inicial (PL)	1.000.000
Densidade de estocagem (animais/m <sup>2</sup> )	250
Densidade de estocagem (animais/m <sup>3</sup> )	125
Biomassa final (kg)	10.200
Biometria final (g)	13
Sobrevivência (%)	78%
FCA	1,55
kg/ha/ciclo	25.500
kg/m <sup>3</sup> /ciclo	1,3

Fonte: Expopesca Aquicultura Comercial Ltda.

Ressalta-se que, conforme o histórico da fazenda, todos os cultivos do viveiro 05 anteriores à instalação da estufa agrícola apresentaram resultados de produtividade significativamente inferiores ao apresentado na tabela acima. O ultimo cultivo sem estufa apresentou uma produtividade de 8.500 kg/ha/ciclo, o que corresponde a apenas 33% da produtividade alcançada no ciclo acompanhado durante o estágio.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse trabalho foi possível concluir que o cultivo do camarão *L. vannamei* pode ser conduzido em regime intensivo empregando uma mínima troca d'água, desde que ferramentas tecnológicas sejam adotadas. Estas incluem: o cultivo bifásico em tanques berçários e viveiros lonados; o controle da temperatura da água com uso de estufa agrícola; o emprego de uma alta taxa de aeração mecânica; o monitoramento contínuo e correção, quando necessário, da concentração oxigênio dissolvido, sólidos sedimentáveis, compostos nitrogenados e alcalinidade; o uso do dreno central para manejo do sedimento acumulado nos viveiros; uma alta frequência alimentar com o uso combinado de voleio e bandejas de alimentação e o acompanhamento frequente do ganho de peso e da sanidade da população estocada, tanto de pós-larvas como juvenis e adultos. Durante o período desse estágio supervisionado, estas ferramentas adotadas pela fazenda Expopesca permitiram alcançar uma sobrevivência média de 78%, produtividade final de 25.500 kg/ha/ciclo, fator conversão alimentar de 1,55, possibilitando produzir camarões com peso médio final de 13 g. Ressalta-se que estes resultados foram alcançados no primeiro ciclo utilizando estufas agrícolas, tendo, portanto, amplas possibilidades de aprimoramento no manejo e resultados zootécnicos.

Além disso, o estágio possibilitou complementar a formação do aluno, proporcionando uma excelente experiência acadêmico-profissional através de vivências nos campos de prática do Engenheiro de Pesca na carcinicultura.

## REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, F. A. Curso técnico em pesca e aquicultura: carcinicultura. **Governo Federal–Ministério da Educação**. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará–IFPA. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.
- ALVES, C. S.; MELLO, G. L. **Manual para o Monitoramento Hidrobiológico em Fazendas de Cultivo de Camarão**. Recife: FAEPE/SEBRAE-PE, 2007.
- ARANA, L. V *et al.* Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: interaction of water quality variables. **Aquacultural Engineering**, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2010.
- ARANA, L. V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004a.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarão**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004b.
- ATWOOD, H. L. *et al.* Intensive zero-exchange shrimp production systems-Incorporation of filtration technologies to improve survival and growth. **International journal of recirculating aquaculture**, v. 6, n. 1, 2005.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology: a practical guidebook**. 2. ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2012.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3, p. 227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y; RITVO, Gad. Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v. 220, n. 1-4, p. 549-567, 2003.
- AZIM, M. E.; LITTLE, D.C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 283, n. 1-4, p. 29-35, 2008.
- BALCÁZAR, J. L. *et al.* The role of probiotics in aquaculture. **Veterinary microbiology**, v. 114, n. 3-4, p. 173-186, 2006.
- BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.
- BELTRAME, E.; COSTA, F. **Curso de construções aplicadas a fazendas de cultivo de camarões marinhos**. Florianópolis: Programa Estadual do Cultivo de Camarões Marinhos, Laboratório de Camarões Marinhos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- BOYD, C. E. Fertilizantes químicos na aquicultura de viveiros. **Revista da ABCC**, p. 79-81, 2003.
- BOYD, C. E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama: Agriculture Experiment Station; Auburn University, Alabama, 1990.

BOYD, C.E. **Investigations of water supply and water quality issues related to inland shrimp farming in western Alabama**. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Graduate faculty of Auburn University, Auburn – Alabama, 2006.

BOYD, C.E.; THUNJAI, T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, p. 524-532, 2003.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2016. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940#resultado> >. Acesso em: 11 jun. 2018.

BROWDY, C. L. *et al.* Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: **The new wave, proceedings of the special session on sustainable shrimp culture**. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 20-34. 2001.

BROWDY, C. L., JORY E. D. **The Rising Tide, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming**. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, 2009.

BROWDY, C. L.; MOSS, Shaun M. 11 Shrimp Culture in Urban, Super-intensive Closed Systems. **Urban Aquaculture**, p. 173, 2005.

BURFORD, M. A. *et al.* Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1-4, p. 393-411, 2003.

CHARMANTIER, G. L'osmoregulation chez les crevettes Penaeidae (Crustacea, Decapoda). **Oceanis**, v. 13, n. 2, p. 179-196, 1987.

CHEN, S.; LING, J.; BLANCHETON, J-P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. **Aquacultural engineering**, v. 34, n. 3, p. 179-197, 2006.

COHEN, J. M. *et al.* Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. **Aquacultural engineering**, v. 32, n. 3-4, p. 425-442, 2005.

COSTA, S. W.; ANDREATTA, E. R.; GRUMANN, A. Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões Marinhos. **Secretaria do Desenvolvimento Rural e agricultura/EPAGRI**, 1999.

CRAB, R. *et al.* Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v. 270, n. 1-4, p. 1-14, 2007.

DAVIS, D. A.; SAMOCHA, T.M.; BOYD, C. E. **Acclimating Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei, to inland, low-salinity waters**. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center, 2004.

EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, n. 1-4, p. 346-358, 2006.

ELOVAARA, A.K. **Shrimp Farming Manual: Practical Technology for Intensive Shrimp Production**. Miami, 2003.

ESTEVEES, Francisco de Assis. Fundamentos de limnologia. In: **Fundamentos de limnologia**. Interciência/Finep, 1988.

FERREIRA, A. H.C. *et al.* Uso de probióticos na aquicultura: revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, p. 1965-1980, 2012.

FÓES, G. K.; GAONA, C. A. P.; POERSCH, L.H. Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na produção intensiva de camarões. **Aquicultura**, p. 28, 2012.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Roma: FAO, 200 p., 2016.

FURTADO, P. S.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. **Aquaculture**, v. 321, n. 1-2, p. 130-135, 2011.

FURTADO, P.S. *et al.* Acute toxicity of hydrogen peroxide in juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technology systems. **Aquaculture international**, v. 22, n. 2, p. 653-659, 2014.

GAONA, C. A. P. *et al.* The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology culture system. **International Journal of Recirculating Aquaculture**, v. 12, n. 1, 2011.

GARSON, G. L.; PRETTO, R. M.; ROUSE, D. B. Effects of manures and pelleted feeds on survival, growth and yield of *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* in Panama. **Aquaculture**, v. 59, n. 1, p. 45-52, 1986.

GOLDMAN, J. C.; CARON, D. A.; DENNETT, M. R. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C: N ratio. **Limnology and Oceanography**, v. 32, n. 6, p. 1239-1252, 1987.

GOOGLE. **Google maps**. 2018a. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps/@-4.1445862,-38.1669971,1019m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

GOOGLE. **Google maps**. 2018b. Disponível em: <<https://bit.ly/2JubEif>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

HARGREAVES, J. A. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds1. **Aquaculture**, v. 166, n. 3-4, p. 181-212, 1998.

HARGREAVES, J. A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural engineering**, v. 34, n. 3, p. 344-363, 2006.

KRUMMENAUER, D. *et al.* Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. **Atlântica**, 2012.

KRUMMENAUER, D. **Optimização do manejo para cultivo do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em sistemas de estufas com bioflocos**. 2012. 161 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

LACERDA, L. D. *et al.* Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. **Aquaculture**, v. 253, n. 1, p. 433-446, 2006.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 259, n. 1, p. 109-119, 2001.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, v. 224, n. 1-4, p. 193-201, 2003.

LOYLESS, J. C.; MALONE, R. F. A sodium bicarbonate dosing methodology for pH management in freshwater-recirculating aquaculture systems. **The Progressive fish-culturist**, v. 59, n. 3, p. 198-205, 1997.

MICHAUD, L. *et al.* Effect of particulate organic carbon on heterotrophic bacterial populations and nitrification efficiency in biological filters. **Aquacultural engineering**, v. 34, n. 3, p. 224-233, 2006.

NAYLOR, Rosamond L. *et al.* Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, n. 6790, p. 1017, 2000.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos—Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 63, p. 13-23, 2001.

NUNES, A. J. P. Bandejas de alimentação na engorda de camarão marinho. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 80, p. 39-47, 2003.

NUNES, A. J. P. *et al.* Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará. **Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. P**, v. 109, p. 2005.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 149, n. 1-2, p. 121-136, 1997.

NUNES, A. J. P.; FEIJÓ, R. G. Convivência com o vírus da mancha branca no cultivo de camarão marinho no Brasil. **Revista da ABCC – Associação Brasileira dos Criadores de Camarão**. Ano XVIII Nº 2, nov. 2016.

OLIVEIRA, D. B. F. A fertilização e a boa presença das microalgas nos viveiros de camarão. **Panorama da aquicultura**, v. 14, n. 86, p. 41-47, 2004.

OSTRENSKY, A. Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. **Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, v. 12, p. 4-10, 2002.

PÉREZ-FARFANTE, I.; KENSLEY, B. **Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world**. Paris: Ed. du Museum, 1997.

RANA, K. J. **Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics: Supplement to the programmer for the world census of agriculture 2000**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 1997.

SÁ, M. V. C. **Limnocultura: limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

SAMOCHA, T. M. *et al.* O papel dos sistemas de berçários para melhorar a eficiência de produção das fazendas de camarão. Aquicultura responsável para um futuro seguro: Trabalhos da Sessão Especial do Camarão Cultivado. **World Aquaculture**, p. 225-244, 2003.

SAMOCHA, T. M. *et al.* Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v. 36, n. 2, p. 184-191, 2007.

SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L. Shrimp nursery systems and management. **Wyban J. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. USA: World Aquaculture Society. hlm**, v. 88, 1992.

SANTOS, M. L. *et al.* **Programa de biossegurança na fazenda de camarão marinho**. Recife: Associação Brasileira de Criadores de Camarão, 2005.

SCHRYVER, P. *et al.* The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 125-137, 2008.

SEIFFERT, W. Q. *et al.* Enfermidades, uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos. **Panorama da Aquicultura**, v. 97, p. 32-38, 2006.

SOBRINHO, D. C. **Estudo do crescimento, estabilidade física, química e termogravimétrica com rações para camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

VAN WYK, P. *et al.* **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**. Harbor Branch Oceanographic Institution, 1999.

VERSCHUERE, L. *et al.* Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 64, n. 4, p. 655-671, 2000.

VILLE, C. **Biología**. Cidade do México: Editorial Interamericana S.A., 1967.

WASIELESKY, W. *et al.* Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1, p. 396-403, 2006.

WEIRICH, C. R. *et al.* Preliminary evaluation of emerging water treatment technologies for use in minimal exchange superintensive Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture systems. In: **Aquaculture America Conference**. p. 318-332. 2003.

WHANGCHAI, Niwooti *et al.* Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. **Aquacultural engineering**, v. 30, n. 1-2, p. 1-13, 2004.

WYBAN, J; WALSH, W. A.; GODIN, D.M. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.138, p. 267-279. 1995.

XU, Wu-Jie; PAN, Lu-Qing. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. **Aquaculture**, v. 356, p. 147-152, 2012.