

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E DAS  
TÉCNICAS DO MANEJO DE PRODUÇÃO SOBRE A  
OCORRÊNCIA DE ENFERMIDADES NO CULTIVO DE  
CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*, NO  
ESTADO DO CEARÁ**

PEDRO CARLOS CUNHA MARTINS

SÃO CARLOS - SP  
2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E DAS  
TÉCNICAS DO MANEJO DE PRODUÇÃO SOBRE A  
OCORRÊNCIA DE ENFERMIDADES NO CULTIVO DE  
CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*, NO  
ESTADO DO CEARÁ**

PEDRO CARLOS CUNHA MARTINS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais

SÃO CARLOS - SP

2003

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M383ic

Martins, Pedro Carlos Cunha

Influência das condições ambientais e técnicas de produção sobre a incidência de enfermidades no cultivo de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, no estado do Ceará. / Pedro Carlos Cunha Martins . -- São Carlos : UFSCar, 2003.

117 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Camarão. 2. Manejo. 3. Doenças. I. Título.

CDD: 595.3843 (20<sup>a</sup>)

---

Prof. Dr. José Arlindo Pereira  
Orientador

A minha esposa, meus pais, familiares  
e amigos, pelo aprendizado de vida e apoio  
ao longo da realização deste trabalho.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, que sempre me orientou e iluminou para que pudesse, com todas as dificuldades, atingir o meu intento.

À Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, através do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, pela oportunidade e acolhida.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pela concessão da Bolsa de Pós-Graduação.

As fazendas CINA e da Associação de Produtores de Requenguela pela liberação das instalações para realização deste trabalho.

Ao professor doutor José Arlindo Pereira, pela oportunidade, orientação e amizade.

A professora Tereza Cristina Vasconcelos Gesteira minha eterna orientadora.

Aos membros da banca examinadora, titulares e suplentes, pelas críticas e sugestões valiosas.

Aos professores do PPG-ERN, atores principais, na ação de proporcionar a assimilação dos conhecimentos obtidos.

A todos os funcionários do PPG-ERN, pela colaboração e amizade, durante minha estada no curso.

Aos professores Antônio Adauto Fonteles Filho, Regine Helenas dos Fernandes Vieira e Alberto Jorge Pinto Nunes pelas sugestões, revisão do texto, incentivo e amizade.

A todos os colegas do curso de Mestrado e Doutorado do PPG-ERN pelas trocas de conhecimento e experiência pessoais.

Aos amigos do GECMAR/CEDECAM que de uma forma ou de outra contribuíram na elaboração deste trabalho.

Aos professores, funcionários, técnicos e alunos do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC.

Aos amigos e familiares por entenderem minhas constantes ausências.

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 - Principais produtores mundiais de camarão marinho cultivado, nos anos de 2001 e 2002.....	23
2 - Evolução da carcinicultura brasileira, 1994 a 2005.....	25
3 - Dados sobre o cultivo de camarão marinho no Brasil no ano de 2002, distribuídos por Estados.....	26
4 - Principais funções dos órgãos e tecidos dos camarões.....	34
5 - Insumos utilizados (em kg) na preparação dos ciclos de produção do camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	48
6 - Informações sobre o povoamento dos ciclos de produção do camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	51
7 - Sistema geral de distribuição de valor numérico qualitativo para os graus de severidade de infecção, superfície de infestação e severidade de síndrome.....	63
8- Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis de qualidade da água monitorados nos ciclos de produção camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	65
9 - Resultados do manejo alimentar monitorados ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	75
10 - Resultados de produção comparativos ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	79

## LISTA DE TABELAS (cont...)

TABELA	Página
11 - Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/ml) de <i>Vibrio</i> spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas na água do viveiro e no ambiente natural, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	81
12 - Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de <i>Vibrio</i> spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas no solo do viveiro e do ambiente natural, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	82
13 - Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de <i>Vibrio</i> spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas no camarão, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	83
14 - Bactérias identificadas ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	85
15 - Avaliação percentual (%) das lesões detectadas, durante exame a fresco, nas principais regiões analisadas com 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	87

## LISTA DE TABELAS (cont...)

TABELA	Página
16 - Avaliação percentual (%) das lesões detectadas, durante exame a fresco, nas principais regiões analisadas com 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	88
17 - Avaliação percentual (%) da presença de TSV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	91
18 - Avaliação percentual (%) da presença de TSV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	92
19 - Avaliação percentual (%) da presença de HPV no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	94
20 - Avaliação percentual (%) da presença de HPV no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	94
21 - Avaliação percentual (%) da presença de infecção bacteriana, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	95

## LISTA DE TABELAS (cont...)

TABELA	Página
22 - Avaliação percentual (%) da presença de infecção bacteriana, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	96
23 - Avaliação percentual (%) da presença de NHP, no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	98
24 - Avaliação percentual (%) da presença de NHP, no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	98
25 - Avaliação percentual (%) da presença de IHHNV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	99
26 - Avaliação percentual (%) da presença de IHHNV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	100

## LISTA DE TABELAS (cont...)

TABELA	Página
27 - Avaliação percentual (%) da presença de "fouling", nos apêndices através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	101
28 - Avaliação percentual (%) da presença de "fouling", nos apêndices através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	102

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 - Anatomia geral interna dos camarões da família Penaeidae.....	32
2 - Anatomia geral externa dos camarões da família Penaeidae.....	33
3 - Esquema representativo da interação do hospedeiro, ambiente e patógeno que determinam uma doença.....	40
4 - Mapa do Estado do Ceará indicando os estuários da Barra Grande (A) e do Pirangi (B) onde estão implantadas as fazendas cujos viveiros foram monitorados nos quatros ciclos de produção analisados nesta pesquisa.....	46
5 - Fluxograma das diluições das amostras de água e do solo dos viveiros e do camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , nos ciclos de produção analisados.....	60
6 - Variação na transparência da água ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	67
7 - Variação na salinidade ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	67
8 - Variação do oxigênio dissolvido (manhã) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	68
9 - Variação na temperatura (manhã) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	68
10 - Variação do oxigênio dissolvido (tarde) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	71

## LISTA DE FIGURAS (cont...)

FIGURA	Página
11 - Variação da temperatura (tarde) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	71
12 - Variação do consumo diário de ração (kg/ha/dia) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará.....	76
13 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do epitélio sub-cuticular mostrando a ocorrência de TSV (seta), nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará (400 X).....	93
14 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do epitélio sub-cuticular mostrando tecido normal, nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará (400 X).....	93
15 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do hepatopâncreas mostrando a ocorrência de HPV e NHP (seta), nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará (400 X).....	97
16 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico das brânquias mostrando a ocorrência de bactérias (seta), nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará (400 X).....	97
17 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do cecum mostrando a ocorrência de IHHNV (seta), nos viveiros de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> , no Estado do Ceará (400 X).....	101

# SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
RESUMO .....	xvii
1 - <b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
2 - <b>OBJETIVO GERAL</b> .....	28
2.1 - <b>Objetivos Específicos</b> .....	28
3 - <b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	29
3.1- <b>Histórico da carcinicultura marinha no Estado do Ceará</b> .....	29
3.2 - <b>Principais características biológicas da espécie</b> .....	30
3.3 - <b>Classificação geral do sistema de produção</b> .....	35
3.4 - <b>Condições ambientais de cultivo</b> .....	36
3.5 - <b>Importância da ecologia microbiana para a saúde dos viveiros</b> .....	37
3.6 - <b>Doenças</b> .....	38
3.7 - <b>Microrganismos patogênicos oportunistas</b> .....	41
3.8 - <b>Enfermidades virais</b> .....	41
4 - <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	45
4.1 - <b>Caracterização das áreas de estudo</b> .....	45
4.2 - <b>Caracterização dos sistemas de produção em operação</b> .....	47
4.2.1 - <u>Preparação dos viveiros</u> .....	47
4.2.2 - <u>Povoamento</u> .....	50
4.2.3 - <u>Monitoramento das variáveis físico-químicas de qualidade da água</u> .....	51

4.2.4 -	<u>Manejo alimentar</u> .....	52
4.2.5 -	<u>Manejo populacional</u> .....	53
4.3 -	<b>Análise microbiológica</b> .....	55
4.3.1 -	<u>Amostragem</u> .....	55
4.3.2 -	<u>Preparação das diluições das amostras (fluxograma)</u> .....	56
4.3.3 -	<u>Ensaio bacteriológicos</u> .....	58
4.3.4 -	<u>Identificação das bactérias</u> .....	59
4.4 -	<b>Análise a fresco da saúde dos camarões</b> .....	61
4.5 -	<b>Análise histopatológica</b> .....	61
4.6 -	<b>Análises dos dados</b> .....	63
5 -	<b><u>RESULTADOS &amp; DISCUSSÃO</u></b> .....	64
5.1 -	<b>Caracterização dos sistemas de produção em operação</b> .....	64
5.1.1 -	<u>Manejo das variáveis física e químicas da água</u> .....	64
5.1.2 -	<u>Manejo alimentar</u> .....	74
5.1.3 -	<u>Manejo populacional</u> .....	77
5.2 -	<b>Análise microbiológica</b> .....	78
5.2.1 -	<u>Quantificação das comunidades de bactérias</u> .....	78
5.3 -	<b>Avaliação da saúde dos camarões através de técnicas rápidas de campo</b> .....	86
5.4 -	<b>Análise histopatológica</b> .....	90
6 -	<b><u>CONCLUSÃO</u></b> .....	104
7 -	<b><u>REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICAS</u></b> .....	105

## RESUMO

A influência das condições ambientais e das técnicas do manejo de produção sobre a ocorrência de enfermidades no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará, foi estudada, em viveiros comerciais, localizados em dois estuários do litoral leste do Estado do Ceará. Um ciclo semi-intensivo foi monitorado na estação seca de 2001 e três ciclos (dois semi-intensivos e um super-intensivo) foram monitorados na estação chuvosa de 2002. As condições ambientais e técnicas de manejo empregadas nos ciclos estudadas foram caracterizadas através de análise tabular e descritiva. As condições microbiológicas foram estudadas com contagem padrão em placas, em meio PCA e TCBS, no sedimento e água dos ambientes naturais e de cultivo, bem como nos camarões. Colônias presuntivas de bactérias do gênero *Vibrio* foram isoladas e identificadas. Uma avaliação geral do estado de saúde dos camarões foi realizada com montagem úmida e histopatologia de órgãos e sistemas do camarão. Observou-se através dos resultados finais de produção, que o equilíbrio dos ecossistemas estudados foram influenciados positivamente pelas técnicas de manejo e pelas condições dos ambientes de cultivo. As variações nas populações de bactérias monitoradas foram influenciadas diretamente pelas técnicas de cultivo e condições ambientais. As quantidades de bactérias presentes nos ecossistemas estudados e no camarão não foram influenciadas pelo tipo de sistema de produção adotado. A ocorrência de lesões causadas por bactérias e/ou vírus foram independentes dos sistemas de produção estudados. As alterações mostradas pela análise a fresco, em grande parte dos casos,

estiveram relacionadas com as condições de cultivo, indicando que essas técnicas são também apropriadas para o manejo sanitário preventivo na carcinicultura marinha. Com base nos resultados dos estudos realizados em viveiros comerciais, constatou-se que a ocorrência de enfermidades é independente do tipo de sistema de produção adotado pelo produtor. Entretanto, as técnicas de manejo de produção e condições ambientais, refletidas pela adoção de melhores práticas de manejo, em cada ciclo de produção, são vitais para a saúde do ecossistema de cada viveiro.

## ABSTRACT

This study investigated the influence of environmental conditions and grow-out management practices on the occurrence of diseases during farming of the penaeid shrimp *Litopenaeus vannamei*. The work was conducted in commercial grow-out ponds located adjacent to two estuaries in the Eastern coast of the State of Ceará, Brazil. One semi-intensive production cycle was monitored throughout the dry season. In the wet season of 2002, three production cycles (two semi-intensive and one super-intensive) were studied. Environmental conditions and management techniques adopted were characterized through tabular and descriptive analyses. Microbiological conditions in the sediment and water of the farmed and natural ecosystems, as well as in cultured shrimp were studied through standard plate counting using PCA and TCBS media. Presumptive bacterial colonies of the genus *Vibrio* were isolated and identified. A general evaluation of shrimp health status was conducted through wet mounting and histopathology of shrimp organs. Final shrimp grow-out data indicated management practices and environmental conditions positively influenced the balance between the two ecosystems. The type of rearing system used did not influence the number of bacterial present in each ecosystem and in farmed shrimp. Also, the incidence of bacterial and (or) virus lesions in shrimp was not related to the level of intensification. Changes in shrimp health conditions as observed by wet mount analysis were in most cases related to farming conditions. This confirmed management techniques are also appropriate to the preventive sanitary management in shrimp farming. According to the results obtained in commercial ponds, it was concluded the occurrence of diseases is not related to the type of rearing system adopted by

the shrimp aquaculture operation. However management practices and environmental conditions, reflected in the adoption of best management practices in each grow-out cycle, are vital to the health status of each pond's ecosystem.

# 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura possui atualmente uma grande importância como fonte produtora de alimento no cenário mundial, com um volume de produção de 45,7 milhões de toneladas e faturamento de US\$ 56,47 bilhões no ano de 2000. Uma análise setorial desta produção mostra que a carcinicultura contribuiu com 1,65 milhão de toneladas, cerca de 3,6% do total, movimentando um volume anual de recursos da ordem de US\$ 9,37 bilhões, o que representou 16,6% do faturamento total. Dentro do segmento da carcinicultura, o cultivo de camarão representa 66% do volume produzido e 73,6% do seu faturamento (TACON, 2003).

O cultivo de camarão teve sua origem histórica no Sudeste da Ásia em viveiros abastecidos por marés, sendo cultivado como subproduto da criação de peixes. Entretanto, o início de uma carcinicultura moderna pode ser atribuído ao pesquisador japonês Motosaku Fujinaga que obteve o completo desenvolvimento larval da espécie *Penaeus japonicus*, nos anos 30 do século passado. Nas últimas décadas, o cultivo de camarão marinho, em especial dos peneídeos, apresentou um rápido crescimento, principalmente em virtude da crescente demanda no mercado internacional, elevada rentabilidade e sua grande capacidade de gerar renda e emprego (BRASIL, 2001).

Os maiores produtores de camarão marinho cultivado são os países do continente asiático liderados pela China, com uma produção estimada de 310.750 toneladas em 2002. É importante destacar que a China reassume o primeiro lugar na produção mundial, após perder este posto no ano de 1993, em consequência de doenças causadas por vírus. Em termos de produtividade, a Tailândia aparece como líder na Ásia com 3.421 kg/ha/ano.

Vale salientar que, apesar do volume de produção e quantidade de áreas em operação, os países asiáticos apresentam em média, um valor baixo de produtividade (Tabela 1).

O destaque no hemisfério ocidental fica para o Brasil, que assumiu a liderança no ano de 2002 com produção de 60.128 toneladas. Alguns países na região ainda sofrem com problemas de enfermidades, sendo o exemplo mais representativo o Equador que chegou a ser o segundo maior produtor do mundo e no ano de 2002 produziu somente 57.000 toneladas (Tabela 1). De uma maneira geral, os problemas que mais influenciam os resultados nas fazendas de carcinicultura são aqueles relacionados com a incidência de enfermidades, qualidades do ambiente de cultivo e a tecnologia empregada (ROCHA & RODRIGUES, 2003).

Um dos principais pontos de destaque do atual desenvolvimento da carcinicultura brasileira é a espécie *Litopenaeus vannamei*, originária do Oceano Pacífico. Esta espécie, introduzida no país na metade dos anos 80, possui excelentes condições zootécnicas, tais como: rápido crescimento, rusticidade e habilidade de converter dietas artificiais em excelentes ganhos de peso. No final da última década do século passado, essa espécie praticamente passou a ser cultivada em 100% das fazendas brasileiras.

TABELA 1 – Principais produtores mundiais de camarão marinho cultivado, nos anos de 2001 e 2002

Países	2001			2002		
	Produção (t)	Área em produção (ha)	Produtividade (kg/ha/ano)	Produção (t)	Área em produção (ha)	Produtividade (kg/ha/ano)
China	263.203	219.399	1.200	310.750	268.400	1.158
Tailândia	320.000	86.000	3.695	260.000	76.000	3.421
Vietnã	155.000	478.800	324	178.000	699.613	254
Índia	100.000	150.000	667	102.940	157.000	656
Indonésia	99.000	380.000	260	102.000	380.000	268
Bangladesh	63.000	140.000	450	63.164	144.202	438
Brasil	40.000	8.500	4.706	60.128	11.016	5.458
Equador	58.736	90.000	653	57.000	90.000	633
México	40.000	35.000	1.143	38.000	35.000	1.086
Honduras	15.000	14.000	1.071	18.000	16.000	1.125
Outros	109.797	150.000	732	129.146	172.195	900
Total	1.263.736	1.751.699	721	1.319.128	2.049.426	644

Fontes: ROCHA & RODRIGUES (2002); (2003).

Uma análise comparativa da produtividade média da carcinicultura no Brasil revela crescimento do valor de 1.000 kg/ha/ano no ano de 1994 para 5.458 kg/ha/ano no ano de 2002. O restante dos países que compõem o grupo dos dez maiores produtores permaneceram, neste mesmo período, com uma produtividade em torno de 1.000 kg/ha/ano (ROCHA, 1996; ROCHA & RODRIGUES, 2002). O aumento da produtividade representou um dos principais fatores para o aumento no nível de produção da carcinicultura marinha do Brasil neste período (Tabela 2).

Os dados sobre a distribuição geográfica da área cultivada no Brasil, produção e produtividade no ano de 2002 são apresentados na Tabela 3. O Estado do Ceará aparece como um dos líderes da carcinicultura marinha brasileira, ocupando o segundo lugar em volume de produção com 16.383 toneladas e o melhor nível de produtividade 7.249 kg/ha/ano.

A carcinicultura marinha atravessa um momento de grande desenvolvimento tecnológico em termos globais, com avanços nas áreas de genética, alimentação, reprodução, doenças e o aprimoramento do sistema de manejo operacional. O Brasil, bem como o Estado do Ceará, aparece como um dos líderes nesse processo de evolução, evidenciado principalmente pelo parâmetro produtividade.

TABELA 2 – Evolução da carcinicultura brasileira, 1994 a 2005

Anos	Área total em produção (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha/ano)
1994	2.000	2.000	1.000
1995	2.000	2.008	1.004
1996	3.200	2.880	900
1997	3.548	3.600	1.015
1998	4.320	7.250	1.680
1999	5.200	15.000	2.885
2000	6.250	25.000	4.000
2001	8.500	40.000	4.706
2002	11.016	60.128	5.458
2003*	14.000	90.000	5.714
2004*	18.000	105.000	5.833
2005*	25.000	150.000	6.000

\* Projeções

Fontes: ROCHA (1996), BRASIL (2001), ROCHA & RODRIGUES (2002); (2003).

TABELA 3 – Dados sobre o cultivo de camarão marinho no Brasil no ano de 2002, distribuídos por Estados

Estado	Nº de fazendas	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha/ano)
PA	3	22	78	3.545
MA	5	155	727	4.690
PI	12	590	2.818	4.776
CE	126	2.260	16.383	7.249
RN	280	3.591	18.500	5.152
PB	50	582	3.018	5.186
PE	74	1.031	6.792	6.588
AL	2	16	100	6.116
SE	40	352	1.768	5.023
BA	36	1.710	7.904	4.622
ES	10	97	250	2.577
PR	1	50	140	2.800
SC	41	560	1.650	2.946
Total/Média	680	11.016	60.128	5.458

Fonte: ROCHA & RODRIGUES (2003).

Contudo, a saúde dos sistemas de produção e conseqüentemente a produtividade de uma fazenda de cultivo são fortemente influenciadas pelas condições bióticas e abióticas, bem como pelas técnicas de manejo adotadas pelos produtores. Especula-se que exista correlação direta entre a qualidade do ambiente de cultivo e a resistência dos camarões às enfermidades, uma vez que o aumento da abundância de organismos potencialmente patógenos no viveiro é influenciado por uma baixa qualidade das condições de cultivo. Portanto, existe a hipótese que sistemas mais intensivos de produção são mais susceptíveis a ocorrência de enfermidades.

Desta forma, torna-se de vital importância o conhecimento da influência que as condições ambientais e as técnicas de manejo de produção exercem sobre a ocorrência de enfermidades na criação de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*.

## 2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a interação entre as condições ambientais do viveiro e as técnicas do manejo de produção, sobre a ocorrência de enfermidades, em fazendas de criação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no Estado do Ceará. Desta forma, procura-se testar a hipótese que sistemas mais intensivos de produção apresentam uma ocorrência maior de enfermidades.

### 2.1 Objetivos Específicos

- Caracterizar as condições ambientais nos sistemas de produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, na área estudada.
- Caracterizar as técnicas do manejo nos sistemas de produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, em investigação.
- Quantificar a comunidade de bactérias heterotróficas aeróbias halófilas nos sistemas de produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.
- Quantificar a comunidade de bactérias do gênero *Vibrio* nos sistemas analisados.
- Avaliar as condições gerais de saúde do camarão cultivado através de exames a fresco.
- Avaliar as condições gerais de saúde do camarão cultivado através de exames histopatológicos.
- Verificar a existência de correlação entre os sistemas de produção e as condições de saúde nos ciclos analisados.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1 Histórico da carcinicultura marinha no Estado do Ceará**

O Estado do Ceará, com 573 km de litoral, possui um grande potencial para o desenvolvimento da carcinicultura marinha. Em um levantamento realizado através de técnica de mapeamento por satélite, pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) no ano de 1989, detectaram-se cerca de 6.405 hectares de áreas propícias ao cultivo de camarão marinho. Somados a essa área existiam na época, mais 560 hectares de fazendas implantadas e cerca de 109 salinas desativadas e/ou em processo de desativação, com potenciais para área de cultivo (MACHADO, 1984; MARTINS, 1996).

As condições para o desenvolvimento da atividade incluem além da disponibilidade de área, as excelentes condições edafo-climáticas, mão-de-obra adequada e ótima infra-estrutura (GESTEIRA et al., 1996). Apesar de todo o potencial disponível, até meados da década de 90, a atividade não tinha alcançado o êxito esperado, apresentando níveis de produtividade muito baixos.

A instabilidade no uso da tecnologia de produção resultava em produtividades baixas e economicamente inviáveis para a alavancagem do setor (MARTINS, 1994). Entretanto, em levantamento realizado por GESTEIRA et al. (1996), analisando as principais fazendas no Ceará, verificaram que existia o interesse dos produtores em melhorar as condições de cultivo e utilizar os recursos de produção de uma forma mais eficiente, visando à obtenção de melhores produtividades. Nesse período praticamente

todos os cultivos eram realizados com espécies nativas, principalmente o camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis*.

Uma análise mais detalhada dos cultivos de camarão marinho no Estado do Ceará foi realizada por MARTINS (1997), na qual inclusive a variável risco econômico/ambiental foi levada em consideração. Nesse momento, quase todas as fazendas no Ceará cultivavam o *Litopenaeus vannamei*. O sistema de produção empregado pelos produtores, considerando o nível tecnológico e a combinação dos fatores de produção, permitia aos mesmos obter elevados níveis de rentabilidade, comparado com outras atividades agropecuárias.

No final da década de 90 a carcinicultura no Ceará entrou em um ritmo de desenvolvimento acelerado. GESTEIRA, et al. (1998) verificaram uma produção de 530,8 toneladas no ano de 1998, cultivadas em 692 hectares com uma produtividade de 784,6 kg/ha/ciclo. MARTINS & BISERRA (1998) encontraram um nível de rentabilidade excelente da atividade no Ceará, quando consideraram em sua análise o fator risco econômico/ambiental, sugerindo que o setor possuía um bom nível de segurança para adotar um sistema de produção mais intensivo. A partir dessa época, a carcinicultura no Ceará incorporou novas tecnologias, baseado principalmente na criação do camarão *L. vannamei*, que possibilitou a obtenção da mais alta produtividade no Brasil, com 7.249 kg/ha/ano (ROCHA & RODRIGUES, 2003).

### **3.2 Principais características biológicas da espécie**

O camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, também conhecido como “camarão cinza do Ocidente” é um crustáceo decápodo que pertence a

família Penaeidae, nativo da costa americana do Pacífico que se estende do Peru ao México, mostrando acentuada incidência na faixa costeira do Equador (PÉREZ FARFANTE & KENSLEY, 1997). Atualmente, a espécie é cultivada em todos os países do mundo ocidental (BRASIL, 2001).

O corpo do camarão é comprimido lateralmente e alongado, sendo dividido em cefalotórax (cabeça) e abdome (cauda). No cefalotórax se encontram os principais órgãos funcionais e apêndices utilizados no processo de alimentação e locomoção, sendo os do abdome adaptados para o nado. As principais características anatômicas interna e externa do camarão são mostradas nas Figuras 1 e 2. As principais funções de seus órgãos e apêndices são apresentadas na Tabela 4.

A reprodução dessa espécie ocorre em mar aberto e após a eclosão, as larvas passam por três estágios, através de sucessivas mudas até atingir o estágio pós-larval, quando migram para os estuários em busca de alimentação e abrigo, passando da fase planctônica para a fase bentônica. Na carcinicultura essa etapa acontece nos laboratórios de produção de pós-larvas denominados de larvicultura. No estuário as pós-larvas permanecem até o estágio sub-adulto, quando iniciam a migração para o mar aberto com o objetivo de completar o ciclo de vida.

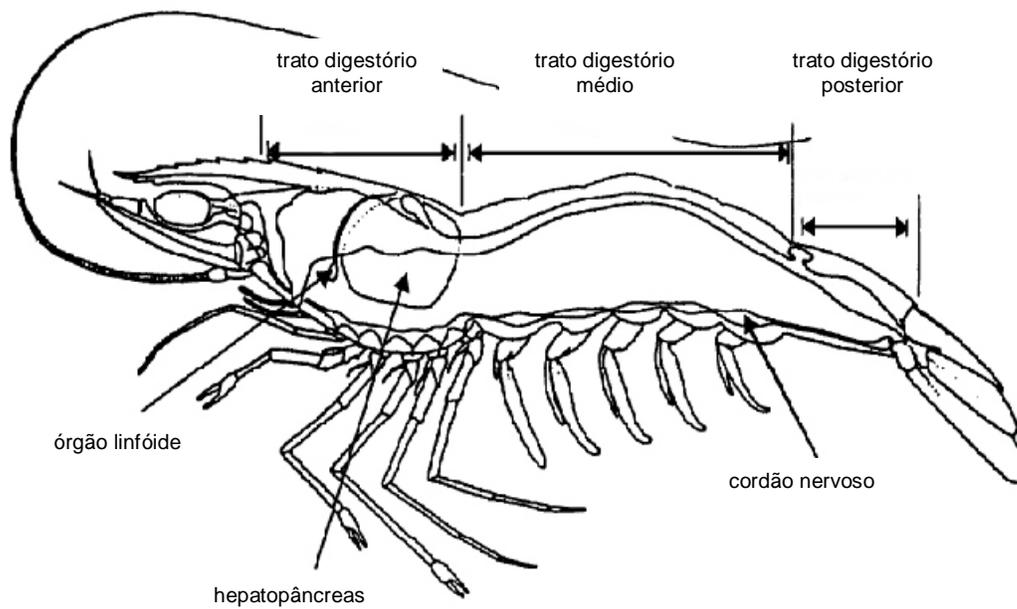


Figura 1 - Anatomia geral interna dos camarões da família Penaeidae

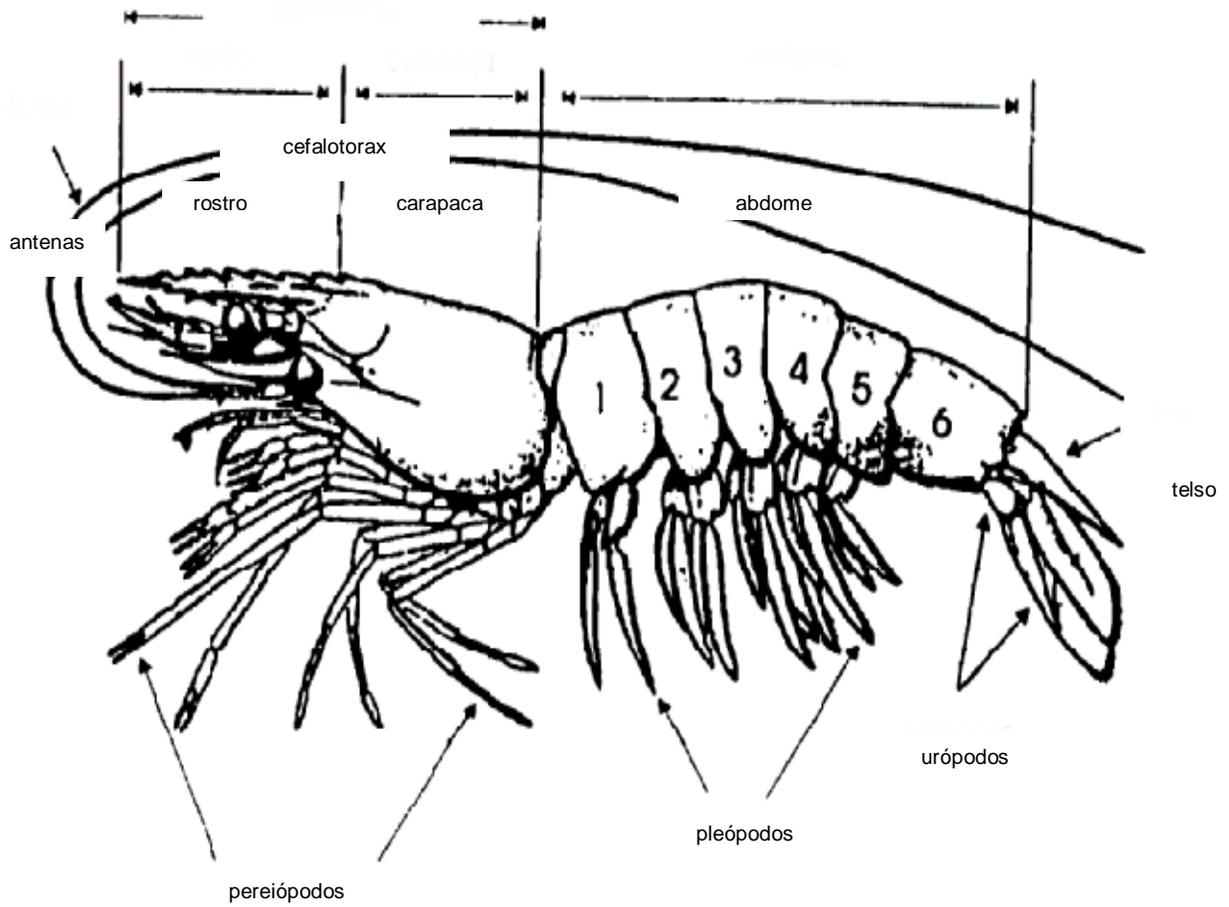


Figura 2 - Anatomia geral externa dos camarões da família Penaeidae

TABELA 4 - Principais funções dos órgãos e tecidos dos camarões

Órgão / Tecido	Principal Função
Músculo abdominal	Movimentação rápida para trás com o objetivo de escapar de predadores
Antenas	Órgão sensitivo
Glândula antenal	Excreção e balanço osmótico
Antenula	Quimiorrecepção
Exoesqueleto	Estrutura de suporte e barreira protetora
Sistema digestório anterior	Ingestão, trituração e armazenamento temporário de alimento
Brânquias	Respiração, excreção, osmoregulação e fagocitose
Hepatopâncreas	Digestão, absorção e armazenamento de nutrientes
Órgão linfóides	Possivelmente para captura de antígenos e fagocitose
Mandíbulas e maxilas	Órgãos sensitivos e desintegração do alimento
Intestino	Absorção de nutrientes e excreção
Pereiópodos e pleópodos	Locomoção, captura e manipulação de alimento

Fonte: Modificado de BROCK & MAIN (1994)

### **3.3 Classificação geral do sistema de produção**

A classificação dos sistemas de produção utilizados na carcinicultura marinha leva em consideração o nível de intensificação e o número de fases operacionais. De acordo com VANWYK (2001), estes podem ser classificados em: a) monofásico, com a principal característica de povoamento direto das pós-larvas no viveiro de engorda; b) bifásico, com uma etapa intermediária de criação das pós-larvas em berçários, antes do povoamento no viveiro de engorda e; c) trifásico, com duas etapas intermediárias de criação das pós-larvas, antes do povoamento no viveiro de engorda.

O grau de intensificação do sistema de cultivo considera principalmente o nível tecnológico utilizado pelo produtor. Desta forma, pode-se classificar a engorda do camarão marinho em quatro categorias: extensivo, semi-intensivo (alto e baixo), intensivo e superintensivo.

O sistema de produção extensivo foi o primeiro adotado no Brasil, onde pós-larvas selvagens ou de larviculturas eram criadas em baixa densidade (0,5 a 5 camarões/m<sup>2</sup>). A produtividade média desse sistema era de 400 kg/ha/ciclo de cultivo, quase não utilizando alimento artificial e com uma grande dependência da produtividade natural dos viveiros.

O sistema de cultivo semi-intensivo utiliza uma densidade de estocagem de pós-larvas, obtidas de larviculturas, de 6 a 50 camarões/m<sup>2</sup>. Normalmente é administrado suplemento alimentar e adotados procedimentos de monitoramento da qualidade da água. Dependendo dos níveis de intensificação, o uso de aeradores, para manter adequada concentração de oxigênio, faz parte desse sistema de produção. A produtividade dentro dessas condições pode chegar a 4.000 kg/ha/ciclo de cultivo.

O sistema de produção intensiva utiliza alimento de alta qualidade, forte aeração mecânica, manejo na qualidade da água e mão-de-obra especializada. Este sistema se caracteriza por densidades de estocagem variando entre 51 e 100 camarões/m<sup>2</sup>, podendo gerar uma produtividade que pode variar entre 4.000 a 12.000 kg/ha/ciclo de cultivo.

O uso de tecnologia bastante sofisticada e altíssimas densidades de estocagem, que variam entre 100 a 3.000 camarões/m<sup>2</sup>, são as principais características dos sistemas superintensivos. Neles são utilizados viveiros menores do que um hectare e aeração mecânica com potência instalada entre 12 e 40 HP por hectare. As produtividades obtidas nesse sistema geralmente são maiores que 12.000 kg/ha/ciclo de cultivo.

Atualmente os sistemas de produção semi-intensivo e intensivo são os mais empregados nas fazendas de cultivo de camarão marinho, no Estado do Ceará, com um padrão bifásico, isto é, uma etapa no berçário intensivo e outra no viveiro de engorda. Os viveiros possuem um tamanho médio de 4 hectares, utiliza-se a ração peletizada, a densidade média de estocagem no povoamento de aproximadamente é de 40 camarões/m<sup>2</sup> e a produtividade é dependente do nível tecnológico empregado no manejo.

### **3.4 Condições ambientais de cultivo**

A qualidade da água em cultivos de organismos aquáticos influencia a sobrevivência, a reprodução e o crescimento e entre outros fatores no manejo das espécies cultivadas. Algumas variáveis podem funcionar como fator limitante de um cultivo, mas de uma maneira geral um viveiro com água de boa qualidade produzirá animais mais saudáveis (BOYD, 1990).

A degradação das condições ambientais no viveiro possui uma estreita relação com a diminuição da resistência imunológica provocada pelo estresse e conseqüentemente com o aparecimento de viroses e outras enfermidades oportunistas (BOYD, 1999). Portanto, a saúde do camarão e conseqüentemente a produtividade de uma fazenda de cultivo são fortemente influenciadas pelas condições bióticas e abióticas do sistema de produção adotado pelo produtor. Desta forma, é necessário que a carcinicultura seja vista pela ótica da sustentabilidade e não apenas como produtora de alimento e lucro (NEW, 1998).

Segundo BROCK & MAIN (1994), os fatores ambientais temperatura, salinidade, pH, CO<sub>2</sub> e compostos nitrogenados podem ter um efeito significativo no desencadeamento de um processo infeccioso.

### **3.5 Importância da ecologia microbiana para a saúde dos viveiros**

A microbiota dos viveiros de camarão marinho é composta por bactérias, fungos, algas e protozoários, os quais exercem grande importância nos sistemas aquícolas, estando presente nos substratos, na água e nos camarões. Esses microrganismos são de grande importância para a sustentabilidade e saúde da carcinicultura, podendo produzir efeitos positivos ou negativos nos resultados das operações (MORIARTY, 1997; HOROWITZ & HOROWITZ, 1998).

Um dos principais efeitos negativos dos microrganismos na carcinicultura é o aparecimento de doenças, pois seu controle não se restringe simplesmente ao patógeno, mas deve incluir também o manejo da operação de cultivo.

Pode-se considerar a carcinicultura como uma cadeia de elos interligados: o camarão, o ambiente de cultivo e os patógenos. Portanto, o fortalecimento do sistema de produção depende do desempenho dos elos que compõem essa cadeia (HERNÁNDEZ & NUNES, 2001).

Geralmente, o elo dessa cadeia é quebrado em condições de estresse, e o mesmo é habitualmente referido pelos epidemiologistas como um fator iniciante de doenças em cultivos de animais de um modo em geral (THOMPSON et al., 1994; Le MOULLAC & HAFFNER, 2000). Segundo BROCK (1986), os agentes estressantes podem ser de ordem física, química e biológica e o contato com estes agentes, invariavelmente resultará na redução efetiva da resistência imunológica dos animais, aumentando assim, a incidência e/ou a severidade de inúmeras enfermidades.

### **3.6 Doenças**

No início da indústria camaroneira as doenças eram reconhecidas como uma ameaça à produtividade, sendo que algumas delas causaram sérias perdas econômicas (LIGHTNER & REDMAN, 1998). No começo da década de 90 haviam sido diagnosticadas seis doenças virais (LIGHTNER & REDMAN, 1992). Atualmente, mais de 20 vírus que afetam os camarões peneídeos são conhecidos (LIGHTNER, 1996).

O conjunto de causas que pode provocar uma doença constitui a etiologia, podendo ser do tipo não infecciosa ou infecciosa e o agente etiológico é definido como o responsável pela doença (BROCK, 1990).

As doenças não infecciosas são provocadas por fatores ambientais, nutricionais, agentes tóxicos ou fatores genéticos. As doenças infecciosas são

causadas por organismos patogênicos tais como vírus, clamídias, riquetsias, bactérias, fungos, protozoários e metazoários (ARANA, 1996).

A transmissão de doenças infecciosas pode ser horizontal ou vertical. A transmissão horizontal ocorre quando um indivíduo sadio entra em contato com indivíduos doentes e/ou pela prática de canibalismo, quando o microrganismo é transmitido pelo hospedeiro. Outra forma de transmissão horizontal seria pela contaminação ambiental, quando o patógeno e o hospedeiro entram em contato íntimo através do ambiente. Um exemplo seria a eliminação de microrganismos patogênicos pelas fezes dos camarões doentes, resultando na contaminação do ambiente (ARANA, op. cit.). Entretanto, algumas das principais doenças são transmitidas verticalmente ou seja, pelo progenitor (BROCK & BULLIS, 2001).

De uma maneira geral as doenças resultam de uma complexa interação entre o camarão (hospedeiro), o meio de cultivo (ambiente) e os agentes patogênicos, como pode ser demonstrado na Figura 3. Alterações ou deficiências de natureza genética, fisiológica, imunológica ou de base ecológica podem levar o camarão a ter maiores ou menores chances de contrair uma doença. O grau de patogenicidade de uma doença infecciosa dependerá diretamente do número de patógenos no ambiente, grau de virulência do patógeno e nível de defesa imunológica do camarão. Do ponto de vista do ambiente, este pode variar de inóspito a ideal para o camarão cultivado, favorecendo ou não o agente causador da doença (LIGHTNER & REDMAN, 1998).

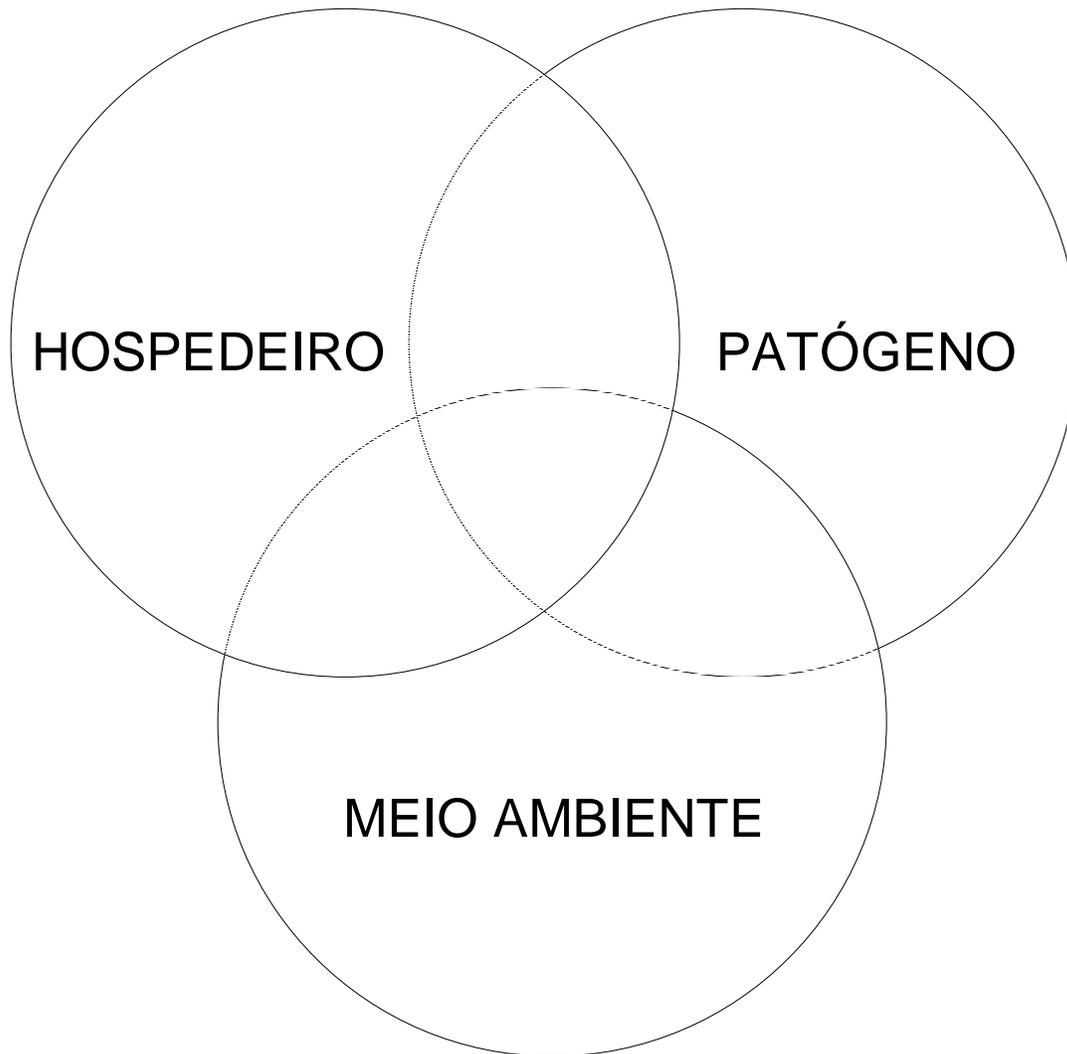


Figura 3 – Esquema representativo da interação do hospedeiro, ambiente e patógeno que determinam uma doença no camarão.

Fonte: modificado de LIGHTNER & REDMAN (1998)

### **3.7 Microrganismos patogênicos oportunistas**

As mais importantes doenças de etiologia infecciosa que ocorrem em peneídeos cultivados são ocasionadas por microrganismos classificados como patógenos oportunistas (LIGHTNER, 1996), porque assumem um caráter patológico somente em determinadas condições ambientais ou fisiológicas adversas, em que o hospedeiro se encontra (HENNIG & ANDREATTA, 1998'). Esses microrganismos estão sempre presentes em ambientes aquícolas (HOROWITZ & HOROWITZ, 1998).

O exemplo mais representativo de patógeno oportunista são as bactérias marinhas do gênero *Vibrio*. Apesar de ocorrerem naturalmente na água (RODRIGUES & HOFER, 1986; AMARO et al., 1995; HOI et al., 1998), nos sedimentos marinhos e predominarem na microbiota intestinal do camarão (UMBREIT & ISAZA, 1995; HOROWITZ & HOROWITZ, 1998) algumas espécies têm sido associadas com a alta mortalidade na carcinicultura, em vários países incluindo: Taiwan (SONG et al., 1993), Japão (GENMOTO et al., 1996), Filipinas (ALAPIDE-TENDENCIA & DUREZA, 1997); Nova Caledônia (GOARANT et al., 1998); Venezuela (ALVAREZ et al., 1998); Equador (ROBERTSON et al., 1998) e outros (MONHEY et al., 1994; LIGHTNER, 1996; LAVILLA-PITOGO et al., 1998; VIEIRA et al., 2000).

### **3.8 Enfermidades virais**

As enfermidades virais que acometem a carcinicultura são classificadas em três categorias, de acordo com seu grau de patogenicidade e

perigo para a indústria. A categoria três (C-3) envolve os patógenos que causam um impacto mínimo à produção, contudo podem gerar deformidades e alterações na aparência física dos camarões. Os patógenos que causam ameaça à produção, diminuindo a produtividade dos cultivos, taxa de crescimento e taxa de sobrevivência dos camarões estão classificados na categoria dois (C-2). A categoria um (C-1) inclui os patógenos que causam mortalidade em massa em populações cultivadas, representando uma ameaça à sobrevivência da indústria, em uma determinada área geográfica. É nesta última categoria que se enquadra a maioria das doenças virais dos camarões marinhos (LOTZ, 1997a).

Os vírus que mais afetam as fazendas de camarão no continente americano são o IHHNV (Vírus da Infecção Hipodermal e da Necrose Hematopoética) e o TSV (Vírus da Síndrome de Taura). Recentemente o WSSV (Vírus da Mancha Branca) e o YHV (Vírus da Cabeça Amarela) foram encontrados no hemisfério ocidental (NUNAN et al., 1998), sendo o WSSV o vírus que mais causa prejuízo em fazendas no continente americano (LO et al., 1996).

O vírus da Infecção Hipodermal e da Necrose Hematopoética (IHHNV) foi inicialmente registrado como causador de alta mortalidade em um cultivo intensivo de *Penaeus stylirostris* no Havai (EUA), em 1980 (LIGHTNER et al. 1983 a,b). Ele é um dos menores vírus que ataca o camarão, tendo 22 nm de diâmetro; possui um DNA de fita simples e pertence a família Parvoviridae. Seus principais sinais clínicos são a deformidades no rostro, flagelo antenal enrugado, deformidade cuticulares e taxa de crescimento reduzida. A transmissão do IHHNV pode ser vertical, transmitida pelos reprodutores, ou horizontal, através da ingestão de tecido infectado com o vírus e/ou contato

com água (LIGHTNER, 1996; ALCIVAR-WARREN et al., 1997; CAIN et al., 1999; LORENZEN et al., 1999; SHIKE et al., 2000).

O segundo vírus é o da Síndrome de Taura (TSV), denominação recebida em virtude de ser descoberto causando alta mortalidade em carciniculturas instaladas na região do Rio Taura no Equador. Esse vírus possui um tamanho aproximado de 30 nm de diâmetro, seu ácido nucleico é um RNA de fita simples, sendo classificado na família Picornaviridae. A sintomatologia na fase aguda do ataque viral apresenta os camarões avermelhados em função da expansão de cromatóforos, comportamento letárgico e geralmente morrem durante o processo de muda. Na fase crônica da doença, os camarões conseguem sobreviver à muda, podendo apresentar comportamento ativo e alimentar-se normalmente. Neste estágio da doença, os indivíduos infectados apresentam lesões e melanizações na cutícula, podendo sucumbir nos ciclos de muda subseqüentes. Algumas vezes apresentam cutícula mole e expansão avermelhada dos cromatóforos (HASSON, 1995; LIGHTNER, 1995; LOTZ, 1997; HASSON et al., 1999 a,b,c; ZARAIN-HERZBERG & ASCENCIO-VALLE, 2001).

O vírus da mancha branca (WSSV) foi descoberto entre os anos de 1992 e 1993 em países do continente asiático. No final dos anos 90, foi detectada a ocorrência do WSSV nos EUA e em diferentes países do continente americano. Em todos esses países este vírus causou um grande prejuízo econômico. O WSSV é um vírus de DNA fita dupla, com aproximadamente 120 nm de diâmetro, da família Nimaviridae (CHANG et al., 1996; LIGHTNER, 1996; LO et al., 1996; LO et al., 1997; LO et al., 1999; YANG, 2001).

As principais sintomatologias do WSSV são: camarões letárgicos, exibindo um nado lento na superfície, baixo consumo alimentar, corpo com uma coloração rosada a pardo-avermelhada, urópodo vermelho associado à expansão de cromatóforos (condição similar àquela causada pelo TSV); mortalidade de até 100% no fundo dos viveiros, 3 a 10 dias após a exibição dos sinais clínicos; e manchas brancas de 0,5 mm a 2,0 mm de diâmetro no interior da superfície do exoesqueleto, resultante de um depósito anormal de sais de cálcio (LIGHTNER, 1996). Não existem relatos da presença do WSSV no Brasil.

O vírus da cabeça amarela (YHV) é um vírus de RNA com fita simples, em forma de bastão, envelopado e com tamanho variando entre 44 e 173 nm. Camarões com infecção severa de YHV apresentam, em estudos histológicos, necroses multifocal com núcleos picnóticos e cariorexis. O YHV é uma doença grave em *Penaeus monodom* em sistema de cultivo intensivo no Sudeste da Ásia e Índia (LIGHTNER, op cit ).

Um vírus menos perigoso que os anteriores, mas presente no Brasil, é o vírus da hepatopancreatite (HPV), que possui um DNA com fita simples, de tamanho pequeno entre 22 e 24 nm de diâmetro e características que o colocam na família Parvoviridae. Em avaliações histológicas, observam-se corpos de inclusão intranuclear basofílicos em núcleos hipertrofiados das células do túbulo do hepatopâncreas. Os sinais clínicos não são muito específicos, entretanto quando a infecção é severa se observa o hepatopâncreas leitoso e atrofiado. Infecções secundárias por patógenos oportunistas, *Vibrio* spp, podem aparecer. Todavia, podem ser encontrados camarões altamente infectados sem nenhum sintoma aparente (MARI et al., 1995; LIGHTNER, op cit.; SPANN et al., 1997; FLEGEL et al., 1999).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização das áreas de estudo**

As áreas de estudo, representadas por áreas físicas onde se exploram o cultivo de camarão marinho, estão localizadas em dois estuários do litoral leste do Estado do Ceará. Em cada estuário foi selecionada uma fazenda comercial de camarão marinho, de acordo com o nível tecnológico empregado, sistema de cultivo, acompanhamento de parâmetros ambientais e de manejo de produção.

O primeiro foi o estuário da Barra Grande ( $4^{\circ}42'S$  e  $37^{\circ}21'W$ ), no município de Icapuí, distante cerca de 250 km de Fortaleza, ligado pelas rodovias estaduais CE 040, CE 020 e rodovia federal BR 304 (IPLANCE, 1997). Neste estuário foi selecionada uma fazenda com cerca de 24,5 hectares de área implantada, em operação desde 1999, sob o sistema semi-intensivo (SEMI).

Três ciclos de produção foram monitorados em dois viveiros dessa fazenda. O ciclo denominado neste estudo de CICLO 1 foi realizado no período de 08 de setembro a 15 de novembro de 2001 em uma área de 8,0 hectares. Após a finalização desse ciclo, problemas operacionais foram detectados e o viveiro precisou ser dividido em dois. Portanto, o ciclo seguinte, realizado na estação chuvosa (SRH, 1996) e denominado de CICLO 2, possuía uma área de 4,0 hectares e seu período de cultivo se estendeu do dia 16 de janeiro a 10 de março de 2002. O CICLO 3, realizado em um viveiro de engorda de 5,5 hectares, teve início no dia 17 de fevereiro de 2002 e finalizou no dia 24 de abril de 2002.

A outra região selecionada situava-se no Estuário do rio Pirangi ( $4^{\circ}27'S$  e  $37^{\circ}47'W$ ), no município de Fortim, distante cerca de 116 km de Fortaleza e servido pela rodovia estadual CE 040 (IPLANCE, 1997). Nesse estuário foi escolhida uma fazenda com cerca de 80 hectares de área de cultivo em operação desde 1983. No projeto foi selecionado um viveiro com área de 0,7 hectare, onde foi praticado o sistema superintensivo (SUPI). Esse viveiro foi monitorado entre os dias 26 de março e 02 de agosto de 2002, sendo denominado CICLO 4, neste trabalho.

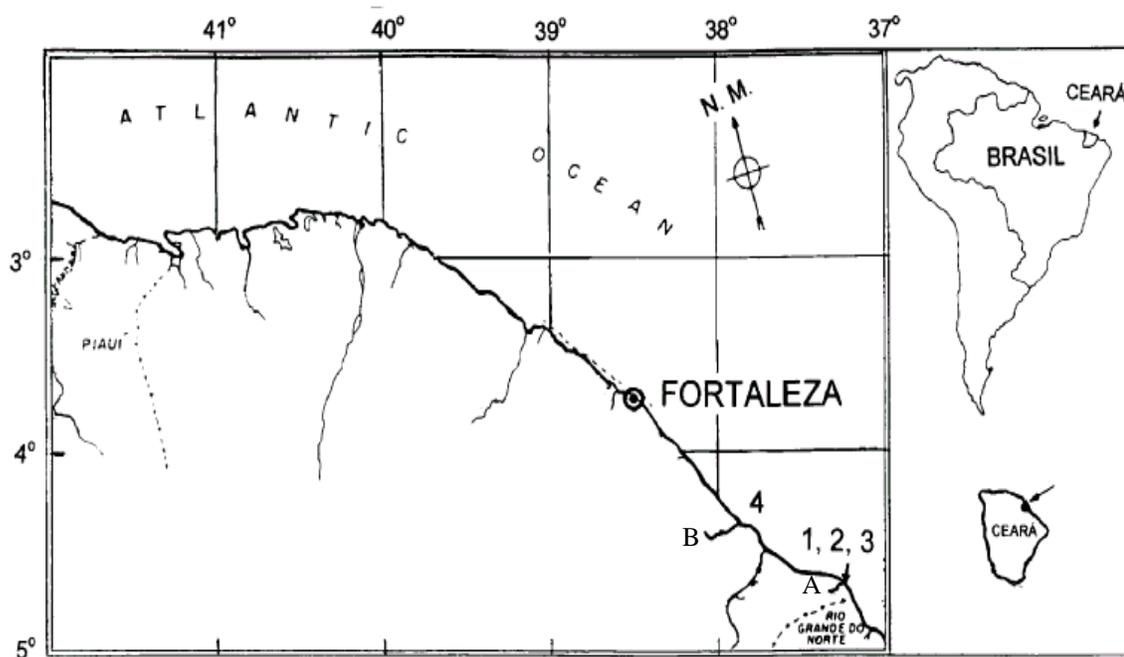


Figura 4 – Mapa do Estado do Ceará indicando os estuários da Barra Grande (A) e do Pirangi (B) onde estão implantadas as fazendas cujos viveiros foram monitorados nos quatros ciclos de produção analisados nesta pesquisa.

## **4.2 Caracterização dos sistemas de produção em operação.**

Em todos os sistemas analisados, os ciclos de cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei* foram caracterizados utilizando-se as técnicas de análise tabular e descritiva. Desta forma, foi possível analisar os aspectos relacionados ao uso dos insumos de produção, técnicas de manejo empregadas e condições ambientais dos ciclos estudados, em todas as suas etapas, quais sejam: preparação dos viveiros, povoamento, manejo das variáveis físicas e químicas da água, manejo alimentar e manejo populacional.

### **4.2.1 Preparação dos viveiros**

Antes do início de cada ciclo de cultivo, foi adotada uma série de procedimentos técnicos que tinham como principal objetivo proporcionar aos camarões as melhores condições ecológicas dentro dos viveiros, e conseqüentemente, uma melhor produtividade e maior resistência a microrganismos oportunistas. Esta etapa ocorreu antes do povoamento dos camarões, sendo subdividida em quatro procedimentos: secagem, desinfecção, calagem e fertilização do viveiro. Além desses procedimentos, o conjunto de telas das comportas e as bandejas de alimentação foram limpos nesse período.

O tempo de secagem foi de quatro dias e aconteceu após as despescas dos ciclos de cultivo anteriores aos estudados. Esse período foi utilizado para secar o solo do fundo dos viveiros através da ação direta do sol e do vento e tinha como principal objetivo minimizar o efeito futuro dos componentes tóxicos do solo, tais como  $H_2S$ ,  $Fe^{2+}$ , compostos nitrogenados, e acelerar a decomposição da matéria orgânica.

Ao mesmo tempo, foram realizadas desinfestações nas pequenas poças de água existentes no fundo dos viveiros através do uso de cloro em pó (HTH) com cerca de 65% de hipoclorito de cálcio, com solução diluída em uma proporção de 900 g de cloro para cada 10 litros de água. O cloro foi aplicado ad libitum nas poças antes da calagem, pois sua eficiência é reduzida com o pH elevado. Essa desinfestação tinha como objetivo eliminar organismos indesejáveis, principalmente peixes e crustáceos que poderiam atuar futuramente como predadores e competidores, além de microrganismos potencialmente causadores de doenças.

Após a desinfestação, foi adotado o procedimento de calagem, que consistiu basicamente na aplicação de compostos ricos em cálcio no solo do viveiro com o propósito de corrigir a acidez, ajudar a neutralizar a matéria orgânica e desinfetar o ambiente. Nas regiões secas do solo foi aplicado carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), conhecido como calcário dolomítico, e nas regiões úmidas, utilizou-se óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), também conhecido como cal virgem. As quantidades utilizadas em cada ciclo encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 – Insumos utilizados (em kg) na preparação dos ciclos de produção do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Denominação	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Calcário dolomítico	4.000	4.500	5.500	1.400
Cal virgem	1.000	1.000	1.500	0
Uréia	400	400	550	40
Superfosfato Triplo (SPT)	40	40	50	2

A quantidade empregada durante a calagem obedeceu à capacidade neutralizadora de cada produto. Inicialmente, 50% do volume dos composto de Ca foi distribuído, de forma homogênea, por todo o fundo do viveiro. Em seguida, foi realizado o revolvimento do fundo dos viveiros, através de aração manual, para permitir maior incorporação do produto nas camadas mais profundas do solo. Este revolvimento tinha também o objetivo de expor a camada de matéria orgânica mais profunda ao sol e ar, permitindo sua oxigenação o que contribuiu para remineralizar (oxidar) a matéria orgânica e desinfetar pela ação bactericida do sol. Após a revirada do solo, a dose restante de cal (50%) foi pulverizada no fundo dos viveiros.

O último procedimento adotado na preparação dos ciclos de cultivo foi a fertilização, que teve como principal objetivo aumentar a produtividade natural dos viveiros. Segundo NUNES & PARSONS (2000), mesmo com a intensificação dos sistemas de cultivo a importância do alimento natural dentro do viveiro é bastante significativa, chegando a representar mais de 25% da dieta dos camarões.

Nos ciclos analisados foram empregados o fertilizante inorgânico uréia como fonte de nitrogênio e o superfosfato triplo como fonte de fósforo. As quantidades utilizadas em cada ciclo encontram-se na Tabela 5. Os fertilizantes granulados foram diluídos em água em uma proporção aproximada de 1 parte de fertilizante para 15 partes de água, sendo dividida a dosagem em duas aplicações. No momento da primeira aplicação os viveiros estavam parcialmente cheios, com cerca de 30 cm de lâmina d'água. Gradualmente o viveiro foi enchendo e após três dias foi aplicada a segunda dosagem. Em ambas as dosagens, os fertilizantes foram aplicados juntos a fim de se obter um equilíbrio entre os nutrientes necessários.

Todas as fertilizações foram realizadas no período da manhã e em dias ensolarados, com o objetivo de maximizar a utilização desses nutrientes por parte do fitoplâncton. Não foi necessário aplicar uma fertilização complementar nos viveiros analisados, pois a transparência da água, medida com disco de Secchi, foi diminuindo ao longo dos ciclos para valores em torno de 30 cm.

#### 4.2.2 Povoamento

Após a preparação dos viveiros a etapa de produção seguinte foi denominada de povoamento, que consistiu no recebimento das pós-larvas (pl's) e sua estocagem nos viveiros. O sistema superintensivo consistiu em um sistema bifásico, caracterizado pela adoção de uma fase do cultivo no berçário e outra no viveiro de engorda. A fase de cultivo no berçário teve uma duração de 10 dias com pl's provenientes de uma larvicultura instalada no Estado do Rio Grande do Norte.

A fase intermediária de cultivo nos tanques berçário, que ocorre entre a larvicultura e engorda, abrangeu o estágio de crescimento do camarão compreendido entre as fases pl's<sub>10</sub> e pl's<sub>20</sub>, isto é, entre 10 e 20 dias do estágio pós-larval. Além da vantagem na regularização do cronograma de produção da fazenda, a etapa de berçário apresenta um efeito positivo sobre a qualidade das pós-larvas, principalmente no que diz respeito ao seu aspecto sanitário (NUNES, 2002).

A estocagem dos viveiros que estavam sob o sistema semi-intensivo foi realizada através de um sistema de aclimação, cujo principal objetivo era equilibrar através da troca de água, em poucas horas, os parâmetros de qualidade da água de transporte das pós-larvas e da água dos viveiros. As variáveis que precisavam ser equilibrados foram salinidade, temperatura e pH.

As pl's utilizadas em todos os ciclos do sistema SEMI foram adquiridas de uma larvicultura que opera no Estado do Piauí e possuíam idade equivalente a Pl's<sub>10</sub>. Todos os procedimentos de estocagens dos camarões da espécie *L. vannamei* foram realizadas no período mais fresco do dia, a fim de evitar estresse ocasionado por temperaturas elevadas. A Tabela 6 apresenta as informações das populações estocadas nos ciclos estudados.

TABELA 6 – Informações sobre o povoamento dos ciclos de produção do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Denominação	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4
Data do povoamento	08/09/2001	16/01/2002	17/02/2002	26/03/2002
Área do viveiro (ha)	8,0	4,0	5,5	0,7
População Inicial (n <sup>o</sup> de pl's)	2.800.000	1.400.000	2.200.000	1.140.880
Densidade Inicial (pl's /m <sup>2</sup> )	35	35	40	163

#### 4.2.3 Monitoramento das variáveis físico-químicas de qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água envolveu medições diárias, no fundo do viveiro, das variáveis físicas e químicas: transparência, salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido nos dois sistemas, além de dados sobre renovação d'água do viveiro, aeração mecânica e calagem realizadas ao longo dos ciclos estudados.

A transparência da água nos viveiros foi medida às 12:00 h com o auxílio do disco de Secchi. A salinidade foi medida com um refratômetro, modelo S/Mill e marca ATAGO CO., uma vez por dia e o oxigênio dissolvido

junto com a temperatura foram medidos com o auxílio de um medidor de oxigênio, modelo 55/12 FT e marca YSI, uma vez pela manhã e outra no final da tarde. Todas as medidas foram tomadas na comporta de drenagem dos viveiros.

Os dados de renovação d'água foram obtidos com base nas horas de drenagem e abastecimento dos viveiros. Os viveiros onde foi empregado o sistema SEMI possuíam aeradores de emergência com potência instalada máxima de 2 HP/ha. O sistema de produção SUPI permaneceu todo o tempo com um sistema de aeração mecânica tipo "paddle wheel" com potência de 24 HP/ha. Ao longo do ciclo de cultivo do sistema SUPI foram aplicadas dosagens de calcário agrícola com o objetivo de controlar a quantidade de material em suspensão na coluna d'água.

#### 4.2.4 Manejo alimentar

Todos os ciclos de cultivos analisados apresentavam um plano de manejo alimentar cujo principal ponto de destaque era o método de distribuição da ração. Em todos os ciclos, dois métodos foram aplicados: o primeiro, através de lanço, que consistiu na distribuição da ração, caminhando pelos taludes e/ou através de caiaques, em toda a superfície do viveiro e o segundo pela utilização de bandejas de alimentação. Os dois métodos são descritos a seguir.

Durante o primeiro mês de engorda nos viveiros, foram utilizadas rações comerciais peletizadas com 40% de proteína bruta, um produto desintegrado com partículas variando entre 1,0 a 1,7 mm de diâmetro (Cameronina 40, Purina do Brasil, São Lourenço da Mata, PE, Brasil). Neste período os camarões tinham peso médio individual menor que 3,0 g. Essa

ração foi distribuída através de lanço e ministrada diariamente em duas ou mais refeições em quantidades que variavam conforme o consumo alimentar.

A partir do segundo mês de cultivo, o arraçoamento passou a ser realizado exclusivamente em bandejas de alimentação<sup>1</sup>. A quantidade de bandejas por área de cultivo nos ciclos semi-intensivos foi de 30 unidades/ha e no superintensivo de 152 unidades/ha. Durante este período foram utilizadas rações com 35% de proteína bruta, com partículas de tamanho variando entre 2,0 e 2,5 mm de diâmetro (Cameronina 35, Purina do Brasil, São Lourenço da Mata, PE, Brasil).

A distribuição da ração nas bandejas, coleta das sobras e o monitoramento do consumo foram feitos por trabalhadores das fazendas com o auxílio de caiaque de fibra movido a remo. O alimento foi ofertado 3 vezes ao dia, no sistema semi-intensivo e 6 vezes no superintensivo. A quantidade de ração ministrada em cada bandeja foi medida com o auxílio de recipientes de plástico de diferentes volumes.

#### 4.2.5 Manejo populacional

Com o objetivo avaliar o desempenho dos camarões dentro dos viveiros analisados, foi utilizado a amostragem e realização de biometrias que permitiu conhecer os aspectos relacionados ao crescimento, estado de muda e de saúde da população. A amostragem foi realizada semanalmente, após 30 dias de cultivo, utilizando-se uma tarrafa com abertura de malha de 1 cm e com lances realizados em vários pontos do viveiro. Foram capturados cerca de

---

<sup>1</sup> Bandejas de alimentação são estruturas circulares fabricadas da parte interna de pneus que possuem em sua base uma tela fixada para retenção de ração em seu fundo. Suas laterais recebem um jogo de cordão a fim de possibilitar sua imersão na água e posterior remoção. Essas bandejas são ancoradas em varas fixadas no solo do viveiro e possuem um sistema de contas que auxiliam na medição do consumo de ração.

150 indivíduos em cada amostragem, os quais foram pesados e analisados visualmente quanto a características como cor, estado de muda, presença de sintomas de enfermidades e necroses.

Com as biometrias, foi possível monitorar a taxa de crescimento individual e da biomassa total do viveiro. Baseado nessas informações, foi possível avaliar o gasto de ração e biomassa ao longo do ciclo e planejar as despescas, que consistiu basicamente nas atividades relacionadas com a retirada do camarão do viveiro, pesagem e envio ao frigorífico. O principal critério para a definição da data de despesca foi o peso médio exigido pelo mercado consumidor. Antes do início da preparação para a despesca, foi verificado o estado de muda da população cultivada e no sistema SUPI também foi verificado o percentual de indivíduos com lesões na carapaça.

Dois dias antes da data marcada para a despesca, os viveiros foram gradativamente esvaziados até atingir aproximadamente 30% do seu volume total. Durante esse período o oxigênio dissolvido e a temperatura foram monitorados com maior frequência, pois os viveiros estavam mais sujeitos à variação destes fatores, devido à menor quantidade de água presente. Nesse mesmo período, a oferta de ração foi interrompida. O principal objetivo desse manejo foi evitar que os estômagos dos camarões estivessem muito cheios, o que poderia acelerar o processo de degradação enzimática, ocasionando escurecimento do cefalotórax, uma característica indesejável ao mercado.

Após a determinação do dia de despesca, o material necessário (rede de despesca “bag net”, monoblocos, balança, caixas isotérmicas, gelo etc) foi preparado e o pessoal mobilizado. Todas as despescas foram realizadas nos períodos mais frescos do dia, a fim de contribuir para uma melhor qualidade dos camarões.

O procedimento de despesca consistiu na saída dos camarões através da comporta de despesca e captura pela rede tipo “bag net”. A todo momento, a quantidade de camarão capturada na rede era checada para evitar o acúmulo e conseqüente dano no produto. Em cada intervalo, os camarões retidos na rede eram sacrificados por meio de choque térmico em tanques de 500 litros contendo uma mistura de água, gelo e metabissulfito de sódio, a um nível máximo de concentração de 100 g/l.

Os camarões permaneceram, imersos nesta mistura por cerca de 10 minutos. Após esta etapa os camarões foram colocados em monoblocos para pesagem e, em seguida, transferidos para caixas isotérmicas com capacidade de 60 kg, cada uma contendo 30 kg de camarão e 30 kg de gelo, formando camadas intercaladas. O produto final foi transportado em caminhões para as unidades de beneficiamento credenciadas pelo Ministério da Agricultura, que obedeciam a um sistema de controle de qualidade denominado APPCC (análise de perigos e pontos críticos de controle), uma exigência do mercado internacional. Os resultados finais de produção em cada ciclo foram obtidos após o término das despescas.

### **4.3 Análise microbiológica**

#### **4.3.1 Amostragem**

O material amostrado constou de água, sedimento e camarão. As amostragens foram realizadas no primeiro, trigésimo e sexagésimo dias dos ciclos de produção. A quantidade de amostras e estações foram semelhantes em todo o período de estudo. Todas as amostras foram coletadas entre

05:30h e 07:30h, obtidas em cada viveiro e em seu estuário adjacente, próximo à estação de bombeamento de cada fazenda estudada.

No viveiro, a água foi sempre coletada na região central. As amostras de solo foram obtidas em um total de seis estações de amostragem, em cada viveiro, a 10 metros dos taludes, sendo quatro localizadas próximas aos cantos e duas posicionadas na região central. No estuário, as amostras de água e solo foram coletadas aleatoriamente. A água foi coletada a 50 cm de profundidade usando uma garrafa escura estéril de 1 litro. O solo foi coletado em uma profundidade de 10 cm, usando um amostrador de solo e imediatamente transferido para um becker estéril de 100 mL.

As amostras de camarão coletadas somente nos viveiros, em cada ciclo, foram obtidas a partir do povoamento, constituindo-se de pós-larvas com 10 dias de metamorfose larval (pl's<sub>10</sub>) para os sistemas SEMI e 20 dias (pl's<sub>20</sub>) no SUPI. A partir da segunda amostragem os camarões possuíam peso superior a 2 g e um total de 15 animais foi capturado em cada período amostral. Todos os camarões foram transportados vivos para o laboratório, em sacos plásticos com água do viveiro e oxigênio, acondicionados em caixas isotérmicas. O intervalo de tempo entre as coletas e processamento de todas as amostras foi de aproximadamente 6 horas.

#### 4.3.2 Preparação das diluições das amostras (fluxograma)

As diluições das amostras de água foram realizadas no laboratório com a retirada de 1 mL de água do frasco escuro, com pipeta estéril, e homogeneização em 9 mL de solução salina de NaCl a 3%, previamente autoclavada. Desta forma, foi obtida a diluição  $10^{-1}$  e, a partir desta, seguiu-se

o mesmo procedimento, sempre retirando 1 mL da diluição anterior e colocando em 9 mL de salina até a diluição de  $10^{-6}$  (Figura 5).

As amostras de sedimento chegavam ao laboratório em beckeres estéreis de 100 mL. No caso do sedimento do viveiro, sub-amostras em seis pontos representativos foram retirados para compor a amostra total através da homogeneização com gral e pistilo. O procedimento de diluição das amostras foi semelhante ao da água. Inicialmente, foram retirados 25 g de sedimento e misturados a 225 mL de solução de NaCl a 3%, previamente autoclavada. Obtinha-se assim a diluição de  $10^{-1}$ , a partir da qual foi adotada a mesma metodologia usada para água, para diluições até  $10^{-6}$ .

As amostras de camarão receberam dois tratamentos de acordo com o tamanho do indivíduo, sendo lavadas em água corrente antes do início dos tratamentos. Na primeira foram pesados 2 g de pl's, os quais foram macerados e diluídos com 18 mL de solução de NaCl a 3% previamente autoclavada, fazendo assim a diluição  $10^{-1}$ . Diluições seriadas foram feitas até a diluição de  $10^{-6}$ , de acordo com os itens anteriores.

A partir da segunda amostragem, em todos os ciclos, o tratamento dado à amostra de camarão foi diferente, pois a mesma possuía indivíduos com peso geralmente superior a 2 g. Os indivíduos eram macerados e pesados 25 g. Após a pesagem, o macerado era homogeneizado em liquidificador por um minuto, com 225 mL de solução estéril de NaCl a 3% obtendo-se assim uma diluição de  $10^{-1}$ . A partir desta, foram feitas diluições sucessivas até  $10^{-6}$ , seguindo a metodologia anterior.

### 4.3.3 Ensaio bacteriológico

Alíquotas de 1 mL das diluições de cada amostra ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ) foram inoculadas em placas de Petri através da técnica de derrame na placa com meio de cultura Ágar Contagem Padrão (PCA, Oxoid Ltd. Basingstoke, Hampshire, England) em duplicata, e incubadas em estufa a 35°C por 48 h de acordo com MATURIN & PEELER (2002). Após esse período foram feitas contagens das placas que apresentaram crescimento entre 25 e 250 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de bactérias heterotróficas aeróbias halófilas. O resultado foi calculado pela expressão: UFC x inverso do fator de diluição = número de UFC/mL para amostras de água e UFC/g para amostras de solo ou camarão.

Alíquotas de 0,2 mL das diluições de cada amostra foram espalhadas com alça de Drigalsky em placas de Petri através da técnica de espalhamento na placa com meio de cultura Ágar Tiosulfato-Citrato Sais Biliares (TCBS, Oxoid Ltd. Basingstoke, Hampshire, England) em duplicata, e incubadas em estufa a 35°C por 24 h de acordo com ELLIOT et al. (2002). Após esse período, foram feitas contagens das placas que apresentaram crescimento entre 25 e 250 UFC presuntiva de *Vibrio*. O resultado foi calculado pela expressão: UFC x inverso do fator de diluição = número de UFC/ml para amostras de água e UFC/g para amostras de sedimento ou camarão.

Para cada período de coleta, duas placas de cada tipo de amostra e fonte foram enumeradas para bactérias heterotróficas aeróbias halofílicas e *Vibrio*. Um total de 240 placas foram enumeradas, 144 placas de amostras de viveiro (i.e., 4 viveiros x 3 tipos de amostras x 3 períodos de amostra x 2 placas x 2 análises = 144 placas) e 96 placas de amostra de estuário (i.e., 4 ciclos/estuários x 2 tipos de amostras x 3 períodos de amostra x 2 placas x 2

análises = 96 placas). A enumeração foi realizada com um contador de colônias (EC 550 A, Phoenix, Canadá).

#### 4.3.4 Identificação das bactérias

Algumas colônias presuntivas de *Vibrio* que prevaleceram morfológicamente foram selecionadas, isoladas em Ágar Triptose Soja (TSA, Oxoid Ltd. Basingstoke, Hampshire, England) e identificadas com o apoio do sistema API 20 NE (bioMérieux sa, Marcy-l'Etoile, France) e de análises complementares (Gram, oxidase, inoculação em meio de Kaper, glicose, crescimento em salinidade de 0%, 3%, 6%, 8% e 10%).

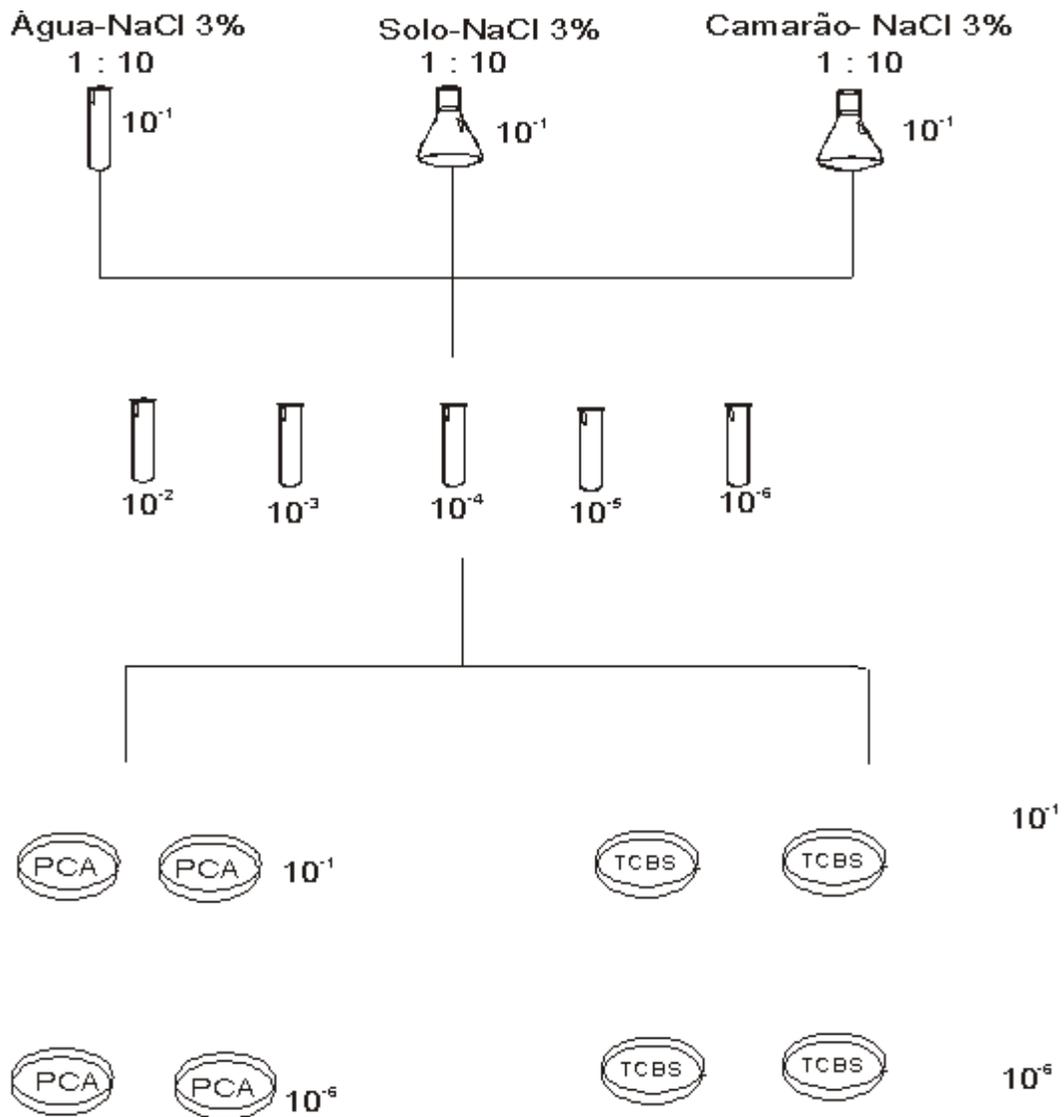


Figura 5 – Fluxograma das diluições das amostras de água e do solo dos viveiros e do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, nos ciclos de produção analisados.

PCA = Agar Contagem Padrão

TCBS = Ágar Tioissulfato-Citrato Sais Biliares

#### **4.4 Análise a fresco da saúde dos camarões**

Em cada período amostral 10 indivíduos foram selecionados para realização de exame a fresco e análise macroscópica, baseado em técnicas rápidas de campo, os quais configuraram um diagnóstico presuntivo do estado de saúde dos animais cultivados. Para coleta dos camarões a serem analisados, se buscaram indivíduos com comportamento anormal e sintomatologia de enfermidades (NUNES & MARTINS, 2002).

Os exames a fresco foram compostos de montagem úmida do hepatopâncreas, brânquias e trato digestório. Cada órgão foi dissecado e montado em lâmina com solução de NaCl a 3%, sendo em seguida analisado em microscópio óptico. O grau das lesões observadas em cada análise recebia uma nota de acordo com a Tabela 7.

#### **4.5 Análise histopatológica**

Em cada ciclo analisado foram realizadas duas amostragens para exame histopatológico. Essa análise teve o objetivo de estudar os tecidos e investigar alterações nos mesmos. Em grande parte das situações, foi possível identificar o agente causador das lesões a partir de modificações no tecido ou órgão que o mesmo afetava. Cada amostragem foi composta de 10 camarões sendo realizada no segundo e terceiro meses de cultivo. Os indivíduos selecionados foram fixados em solução de Davidson de acordo com BELL e LIGHTNER (1988).

TABELA 7 – Sistema geral de distribuição de valor numérico qualitativo para os graus de severidade de infecção, superfície de infestação e severidade de síndrome.

Grau de severidade	Sinais clínicos
0	Não apresenta sinais de infecções e/ou infestações por patógenos, parasitas ou epicomensais. Não apresenta lesões características de síndrome.
1	Presença muito baixa (< 25%) de patógenos, parasitas ou epicomensais. Observam-se poucas lesões características de síndrome.
2	Presença baixa ou moderada (25% - 50%) de patógenos, parasitas ou epicomensais. Observam-se muitas lesões características de síndrome. Aumento de mortalidade quando não se aplica tratamento.
3	Presença moderada (50% - 75%) de patógenos, parasitas ou epicomensais. Observam-se muitas lesões características de síndrome. Potencialmente letal quando não se aplica tratamento, quando esse existe.
4	Presença de grande quantidade ( > 75%) de patógenos, parasitas ou epicomensais. Observam-se lesões severas características de síndrome. Muito letal com altas mortalidades.

Fonte: LIGHTNER, 1996.

Após 24 horas de imersão no fixador, os camarões foram processados histologicamente seguindo os procedimentos de desidratação, diafanização, banhos em parafina e emblocamento. Cortes de 5 µm, obtidos em micrótomo manual SPENCER, foram coletados em lâminas e corados pelo método hematoxilina e eosina (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1988). As lâminas foram analisadas em microscópio óptico CARLZEISS e submetidos a análises de patologia de crustáceos de acordo com a literatura clássica (LIGHTNER, 1996). O grau das lesões observadas em cada análise recebia uma nota de

acordo com a Tabela 7. Após a observação das lâminas algumas secções foram fotografadas em fotomicroscópio CARLZEISS.

#### **4.6 Análises dos dados**

Inicialmente, foram realizadas análises de variância para verificar diferença entre as variáveis ambientais monitoradas nos ciclos de cultivo. Os dados relativos à contagem padrão em placas, do monitoramento microbiológico, foram transformados através do logaritmo na base 10. Em seguida, foram aplicados testes estatísticos para verificar diferenças entre as médias (teste “t de Student”), para o grupo dos vibrios e bactérias heterotróficas aeróbicas, com o intuito de saber se existia diferença entre os diferentes ecossistemas estudados e no camarão. As análises foram realizadas com o auxílio do programa de computador Biostat, versão Windows (AYRES et al., 2000).

Uma análise tabular e descritiva foi utilizada nos estudos patológicos realizados através de técnica rápida de campo e histologia. Desta forma, foi possível fazer comparações entre tecido lesionado e patógenos, nos diferentes ciclos analisados. Essa análise foi também utilizada para a avaliação dos resultados finais de produção.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização dos sistemas de produção em operação.

#### 5.1.1. Manejo das variáveis física e químicas da água

Os resultados do acompanhamento diário das medidas das variáveis da água, nos ciclos de cultivo estudados, estão apresentados na Tabela 8. Os valores de transparência da água forneceram indiretamente dados sobre a produtividade do plâncton presente na coluna d'água, onde geralmente se procura trabalhar com transparência de 30 cm. Os ciclos de cultivo semi-intensivo (1, 2 e 3) apresentaram transparência média acima de 40 cm ao longo do cultivo e o ciclo superintensivo (4) permaneceu em média um pouco abaixo de 30 cm (Tabela 8).

A Análise de Variância demonstrou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os valores de transparência observada nos sistemas de produção, tendo os ciclos semi-intensivo apresentado valores maiores.

Valores em torno de 30 cm de transparência foram alcançados na metade final do período, nos ciclos semi-intensivos. Em virtude de dispor de pouco recurso de aeração artificial e limitada capacidade de renovação de água, nesses ciclos semi-intensivos procurou-se manter a transparência acima de 30 cm (Figura 6).

No sistema superintensivo, observou-se que a transparência apresentou uma maior flutuação na quinta semana de cultivo, ficando em torno de 30 cm, chegando algumas vezes a atingir valores de 20 cm (Figura 6). Em virtude, principalmente da carga de matéria orgânica presente na coluna d'água, teve início no final da primeira semana a aplicação de doses de

calcário dolomítico em uma concentração de 2,86 mg/L, em períodos de 2 a 4 dias ao longo do ciclo 4, resultando em um total de 2.050 kg de calcário.

TABELA 8 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão das variáveis de qualidade da água monitorados nos ciclos de produção camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Variável	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Transparência (cm)	50,0 $\pm$ 23,7 (30,0 - 100,0)	50,8 $\pm$ 8,9 (30,0 - 65,0)	42,3 $\pm$ 17,3 (28,0 - 100,0)	29,7 $\pm$ 7,6 (20,0 - 60,0)
Salinidade (g/L)	47,3 $\pm$ 1,6 (44,0 - 50,0)	31,6 $\pm$ 2,8 (28,0 - 40,0)	35,7 $\pm$ 4,6 (30,0 - 41,0)	19,6 $\pm$ 9,6 (5,0 - 36,0)
Oxigênio - manhã (mg/L)	3,6 $\pm$ 1,0 (0,3 - 5,9)	3,3 $\pm$ 1,0 (0,8 - 5,3)	2,8 $\pm$ 0,9 (1,0 - 5,0)	3,3 $\pm$ 0,9 (0,8 - 7,2)
Temperatura - manhã ( $^{\circ}$ C)	25,9 $\pm$ 0,8 (24,2 - 27,7)	27,6 $\pm$ 0,7 (26,3 - 28,9)	27,5 $\pm$ 0,8 (26,0 - 29,7)	27,8 $\pm$ 1,1 (25,8 - 30,9)
Oxigênio - tarde (mg/L)	8,9 $\pm$ 1,4 (6,0 - 13,0)	9,29 $\pm$ 2,5 (3,0 - 15,3)	7,9 $\pm$ 3,3 (2,6 - 15,5)	5,4 $\pm$ 3,2 (1,25 - 19,0)
Temperatura - tarde ( $^{\circ}$ C)	30,0 $\pm$ 0,8 (27,7 - 31,3)	30,9 $\pm$ 1,1 (28,8 - 32,9)	30,8 $\pm$ 1,1 (27,3 - 33,7)	29,3 $\pm$ 1,2 (26,9 - 31,8)

Obs: os valores mínimos e máximos encontram-se entre parênteses.

A Região Nordeste apresenta períodos de chuvas e períodos secos bastantes diferenciados e conseqüentemente uma grande variação, entre esses dois períodos, na salinidade da água dos estuários situados nessa região. Em virtude da água dos estuários abastecer os viveiros, a salinidade

destes fica sujeita a oscilações, o que algumas vezes pode influenciar a produtividade das fazendas.

No ciclo de cultivo 1, realizado na estação seca do ano de 2001, a salinidade média foi de 47,33 ppt. Durante esse ciclo, as renovações de água tinham também o objetivo de manter a salinidade em valores toleráveis para o *Litopenaeus vannamei*. Os ciclos de cultivo realizados na estação chuvosa não tiveram grandes problemas com salinidade, pois a média se manteve nos ciclos 2, 3 e 4, em 31,57 g/L, 35,69 g/L e 19,56 g/L, respectivamente (Tabela 8 e Figura 7).

A Análise de Variância demonstrou diferença significativa para a salinidade entre todos os ciclos de cultivo ( $P < 0,05$ ). Entretanto, o ciclo 1 apresentou o maior valor de salinidade e o ciclo 4 o menor valor.

Diferente da variação sazonal da salinidade, a temperatura apresentou uma baixa amplitude de variação entre os ciclos analisados. Os valores de temperatura observados nos períodos da manhã e da tarde estão apresentados na Tabela 8 e Figuras 9 e 11. A Análise de Variância aplicada entre os ciclos mostrou que a temperatura medida pela manhã no ciclo 1 foi significativamente menor do que nos ciclos realizados na estação chuvosa ( $P < 0,05$ ). Entretanto, as medidas realizadas no período da tarde não apresentaram variação estatisticamente diferente ( $P > 0,05$ ) entre os ciclos estudados.

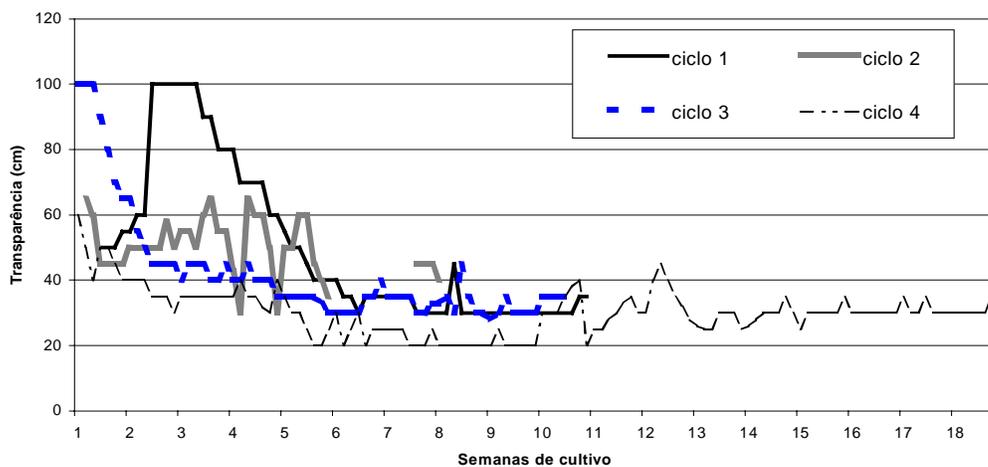


Figura 6 - Variação na transparência da água ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

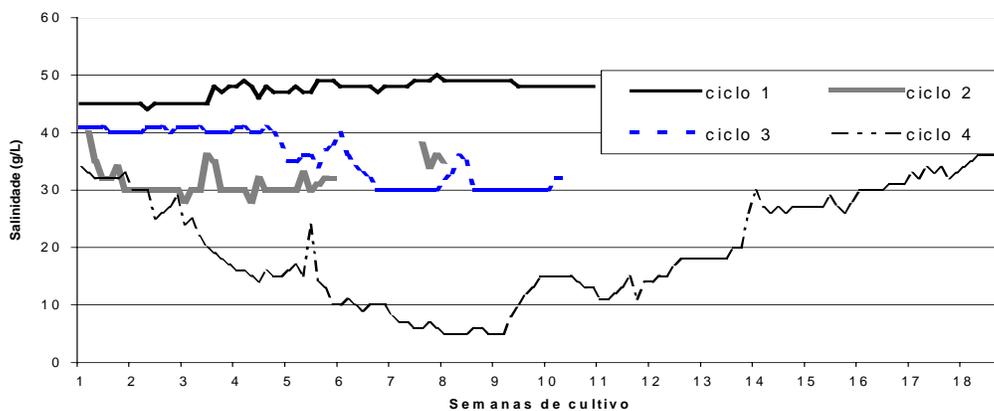


Figura 7 - Variação na salinidade ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

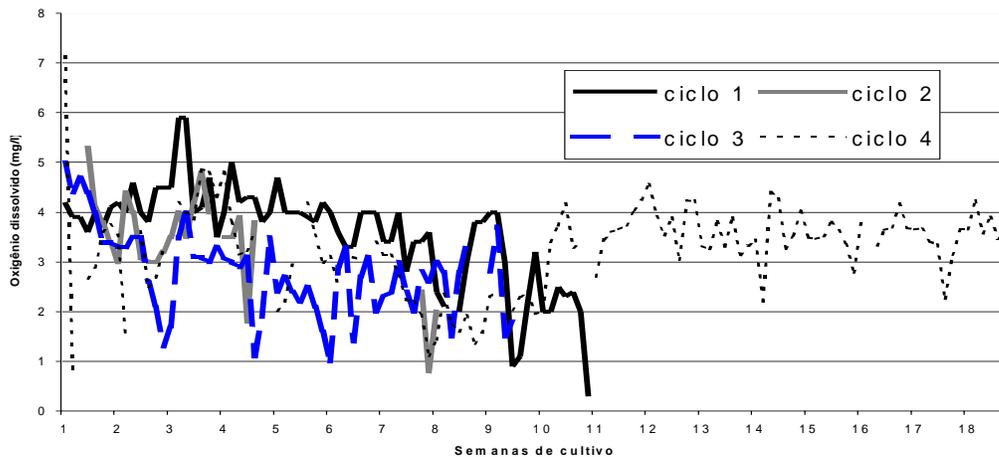


Figura 8 - Variação do oxigênio dissolvido (manhã) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

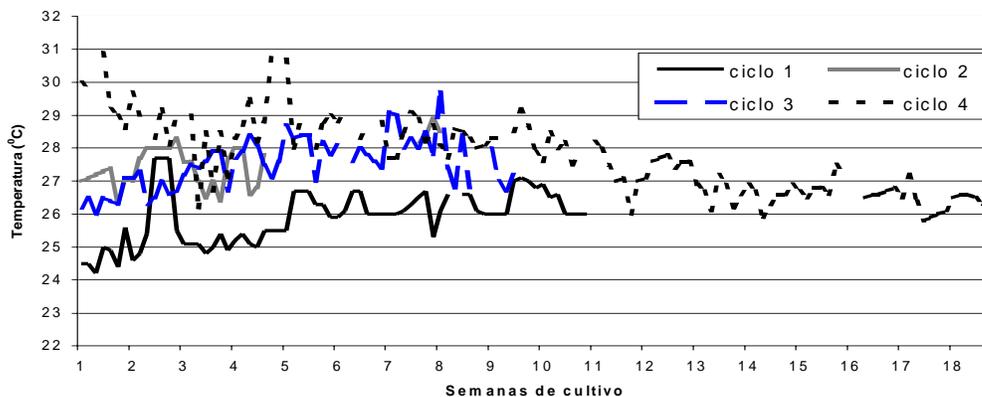


Figura 9 - Variação na temperatura (manhã) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

A água analisada nos quatro ciclos de cultivo teve valores médios de oxigênio dissolvido acima de 3,0 mg/L no período da manhã, com exceção do ciclo 3 que apresentou valor médio de 2,80 mg/L. Esse ciclo apresentou média estatisticamente menor que os demais ciclos ( $P < 0,05$ ). Todos os ciclos apresentaram valores mínimos próximos a 1,0 mg/L, observados nos ciclos do sistema semi-intensivo, principalmente no 1 e 2, nas últimas semanas de cultivo. Entretanto, esse valor próximo a 1,0 mg/L foi registrado no sistema superintensivo somente na primeira semana, sendo que a metade final do cultivo permaneceu com valores fluando em torno de 3 mg/L (Tabela 8 e Figura 8).

O oxigênio dissolvido medido no final da tarde nos ciclos realizados sob o sistema semi-intensivo de produção teve média maior que o medido no sistema superintensivo ( $P < 0,05$ ), no qual ocorreu a maior amplitude de variação, com valores de 1,25 mg/L a 19 mg/L (Tabela 8, Figura 10).

Os ciclos realizados no sistema semi-intensivo possuíam a renovação d'água praticamente como único recurso para o controle das flutuações nas concentrações de oxigênio dissolvido. Todavia, esta foi prejudicada no final do ciclo 1, em virtude da avaria do sistema de bombeamento, fato que resultou em uma despesa de emergência, verificando-se uma alta mortalidade devido à queda no oxigênio dissolvido.

O sistema superintensivo, apesar do maior grau de risco assumido com essa variável, possuía as melhores ferramentas para o controle da flutuação nos níveis de oxigênio dissolvido. Além da boa capacidade de renovação d'água, o sistema tinha disponibilidade de doze aeradores do tipo "paddle-wheel".

A manutenção da qualidade da água no cultivo é vital para o camarão pois, ao contrário do ambiente natural, no viveiro o camarão não tem a oportunidade de migrar para outros habitats. Desta forma, verificou-se em todos os ciclos estudados a preocupação para que as técnicas de manejo utilizadas tivessem um efeito positivo na qualidade da água dos viveiros.

Um dos fatores de maior importância para a prevenção de doenças no cultivo de camarão é o manejo do ambiente de cultivo, apesar de algumas vezes não ser suficiente devido aos impactos próprios de um sistema aberto (FLEGEL, 1996). Apesar da carcinicultura ser basicamente um processo ecológico natural a intensificação do sistema produtivo exige técnicas de manejo capazes de evitar flutuações bióticas e abióticas no ambiente de cultivo (KAUTSKY et al., 2000).

Portanto, a compreensão das interações que ocorrem entre as variáveis ambientais, dentro do ecossistema chamado de viveiro, é muito importante para a saúde do camarão e, conseqüentemente para a produtividade da fazenda (HERNÁNDEZ & NUNES, 2001). O equilíbrio dinâmico de todas as variáveis físicas, químicas, biológicas e tecnológicas, principalmente oxigênio, temperatura, salinidade e pH, é vital para a manutenção das condições imunológicas do camarão (CHENG, 2000; BOLEZA et al., 2001; ARANA, 1996) a fim de evitar redução em suas defesas (Le MOULLAC, 2000).

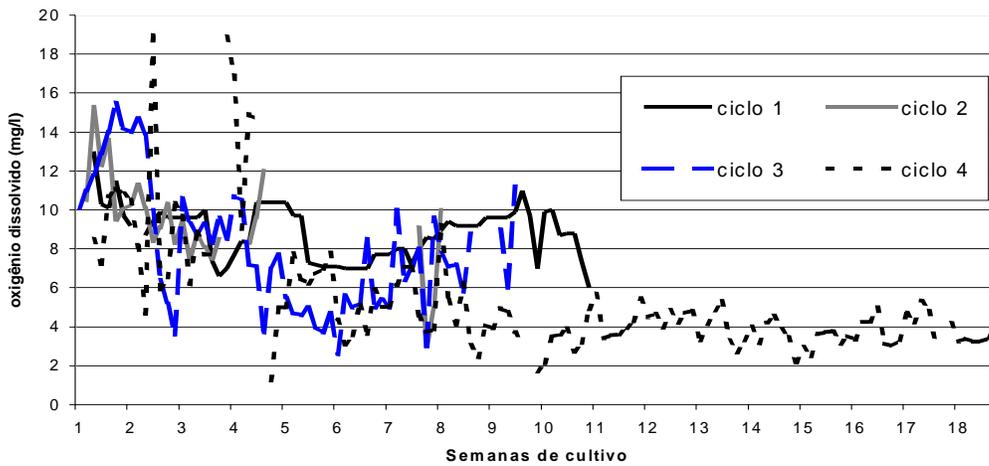


Figura 10 - Variação do oxigênio dissolvido (tarde) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

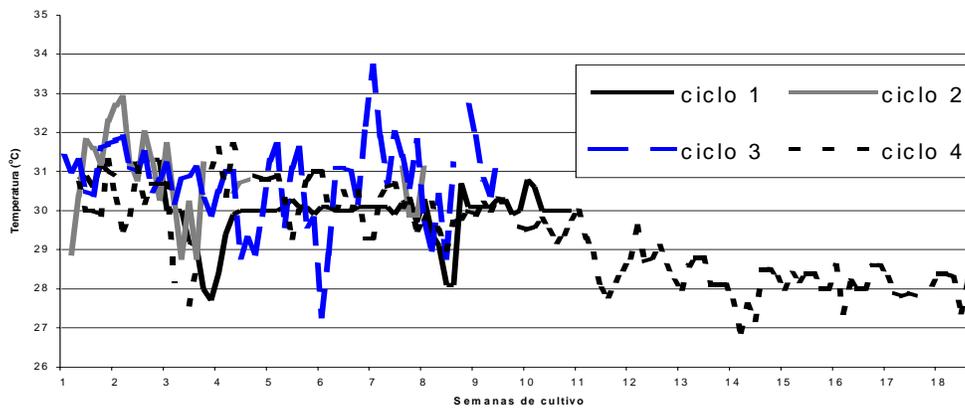


Figura 11 - Variação da temperatura (tarde) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Desta forma, o controle da turbidez da água adotado no ciclo 4, principalmente a aplicação de calcário dolomítico, conseguiu manter a transparência em níveis que não chegaram a comprometer o cultivo. Segundo BARRERAS et al. (2001), doses entre 2,0, 5,0 e 7,5 mg/L de calcário dolomítico conseguem diminuir a turbidez da água devido à propriedade da cal de flocular e coagular as substâncias coloidais. Todavia, deve-se ter cuidado com o impacto do uso de produtos químicos e biológicos na carcinicultura (GRASLUND & BENGTSSON, 2001).

Muitas vezes observou-se que as condições ambientais tiveram influências semelhantes às técnicas de manejo empregadas pelos produtores. No caso do ciclo 1, realizado na estação seca, a menor salinidade observada (44,0 g/L) foi maior que todas as medidas de salinidade nos demais ciclos.

Todavia, a faixa ideal de salinidade requerida pela espécie *Litopenaeus vannamei* é de 15,0 a 27,0 g/L. Em condições adversas de salinidade, os camarões gastam mais energia para seu equilíbrio osmótico, e, portanto, necessitam de melhores requerimentos nutricionais (HERNÁNDEZ & NUNES, 2001). Em virtude deste fato, foram importantes as constantes trocas de água empregadas neste ciclo, durante os picos de salinidade, a fim de minimizar seu efeito sobre os indivíduos.

A variável ambiental que teve menor risco de exercer influência negativa durante os ciclos foi a temperatura, devido sua estabilidade dentro da faixa ideal para a espécie. Em virtude do camarão ser um organismo heterotérmico a temperatura da água tem grande importância em seu metabolismo, pois influencia suas principais atividades vitais como respiração, alimentação e crescimento (HENNIG & ANDREATTA, 1998). A excreção de

amônia, principal produto do catabolismo das proteínas, é diretamente influenciada pelo aumento da temperatura e da salinidade (JIANG, 2000).

Por outro lado, a variável que apresentou os maiores riscos de influência negativa foi o oxigênio, devido sua influência direta sobre a produtividade (McGRAW et al., 2001). Desta forma, a aeração de emergência e troca de água, são utilizadas tradicionalmente para minimizar de forma preventiva o efeito de sua queda.

O ciclo diário de flutuação no oxigênio dissolvido sofre influência dos processos de fotossíntese e respiração, com valores de oxigênio geralmente maiores no final da tarde e menores no início da manhã, logo após o nascer do sol.

As variáveis temperatura, pressão atmosférica, salinidade, quantidade de matéria orgânica e taxa fotossintética afetam a solubilidade do oxigênio na água. Aumentos de temperatura e salinidade, por exemplo, ocasionam diminuição na sua solubilidade (HERNÁNDEZ & NUNES, 2001).

Entre as variáveis monitoradas, o impacto das técnicas de manejo foi maior nas taxas de oxigênio dissolvido nos ciclos estudados. Os ciclos semi-intensivos (1, 2 e 3) não possuíam quantidade suficiente de aeradores, além da baixa capacidade de renovação de água. As amplitudes nos valores das medidas observadas durante a manhã e a tarde foram maiores que as observadas no ciclo superintensivo (4). Na metade final dos cultivos SI sua falta foi vital, sendo observado mortalidades causadas por quedas bruscas no início da manhã.

No ciclo 4 o efeito do manejo foi importante para o equilíbrio nas concentrações de oxigênio dissolvido na água, mesmo com valores médios, no final da tarde, menores do que nos ciclos realizados sob o sistema semi-

intensivo. Geralmente, após a medida do oxigênio nesse horário, o conjunto de aeradores era ligado, permanecendo até a manhã do outro dia.

A aeração mecânica é considerada uma prática tecnológica eficiente capaz de incrementar as produtividades na engorda de camarões marinhos. Em aquicultura semi-intensiva, é mais aplicada em emergências. A circulação da água promovida pelos aeradores resulta numa diminuição no acúmulo de compostos nitrogenados, eliminação de diferenças térmicas na coluna d'água e aumento na concentração de oxigênio dissolvido (BOYD, 1998; NUNES, 2002). Entre as variáveis analisadas, o oxigênio em baixas concentrações constitui um dos principais elementos potenciais de estresse no viveiro, podendo desencadear indiretamente um processo patológico ao diminuir a resposta imunológica do camarão (Le MOULLAC et al., 1998).

#### 5.1.2 Manejo alimentar

Os resultados apresentados pelo manejo alimentar diferenciam os dois sistemas de produção pois, enquanto os ciclos realizados no sistema semi-intensivo apresentaram um consumo de ração total aproximado de 2.000 kg por hectare, o sistema superintensivo atingiu 39.657 kg/ha. O consumo médio diário de ração ficou em torno de 29 kg/ha/dia nos ciclos semi-intensivos e foi de 305,1 kg/ha/dia no superintensivo. Na evolução do consumo diário de ração, picos de consumo semanais, ao longo dos ciclos estudados, foram observados.

O manejo alimentar nos ciclos semi-intensivo foi economicamente mais eficaz, com uma taxa de conversão alimentar em torno de 1:1, enquanto que no superintensivo cada kg de camarão necessitou de valores próximos a 2 kg de ração. Em virtude da ração compor praticamente a metade do custo

unitário de produção, foram muito marcantes os resultados encontrados para o sistema semi-intensivo (Tabela 9 e Figura 12).

Tabela 9 - Resultados do manejo alimentar monitorados ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Variável	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Consumo total de ração (kg)	15.634	6.481	12.472	27.760
Consumo total de ração/área (kg/ha)	1.954	1.620	2.267	39.657
Consumo médio diário de ração/área (kg)	29,1	24,2	34,3	305,1
TCA (kg de ração/kg de camarão)	1,33	0,84	1,25	1,96

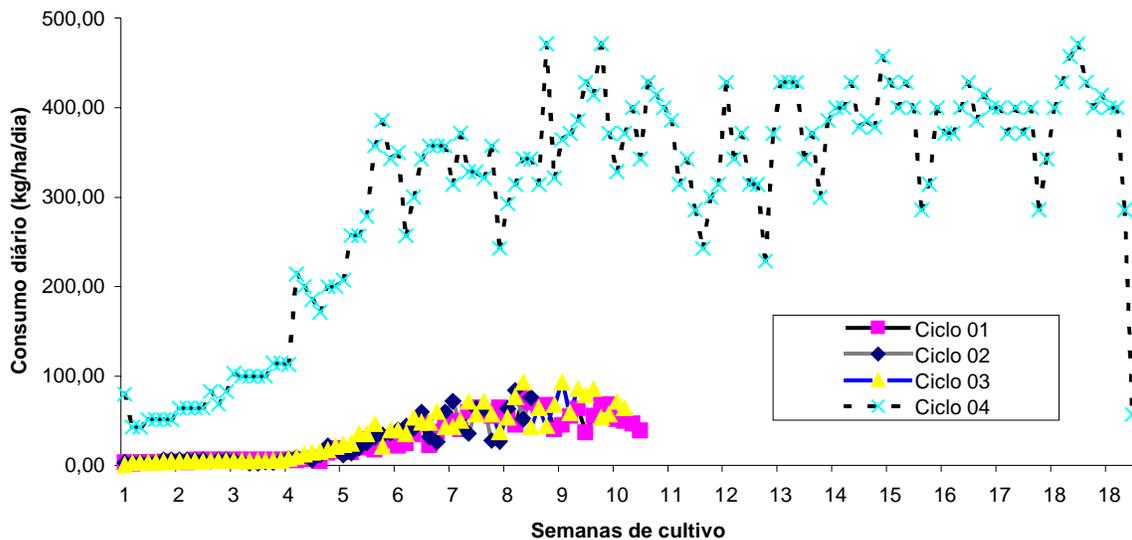


Figura 12 - Variação do consumo diário de ração (kg/ha/dia) ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

O hábito alimentar dos camarões peneídeos obedece a biorritmos que variam de acordo com a espécie. Todavia, a combinação de fatores fisiológicos, condições do ambiente de cultivo e climáticas influenciam o apetite dos animais cultivados (NUNES & PARSONS, 2000). Desta forma, foram observados picos semanais de consumo alimentar ligados aos ciclos de muda.

O consumo quase 20 vezes maior de ração por hectare no ciclo 4, quando comparado com os ciclos semi-intensivo, foi um dos principais parâmetros na diferenciação dos sistemas de produção estudados. A técnica de arraçoamento em bandejas foi eficaz no controle do consumo de ração, mesmo com o ciclo 4 obtendo uma taxa de conversão alimentar quase o dobro da obtida, em média, nos ciclos semi-intensivos. Segundo NUNES et al. (1996), as bandejas de alimentação servem como um excelente instrumento de monitoramento do consumo de alimento artificial. A frequência alimentar

também foi importante ao distribuir o consumo ao longo do dia. ROBERTSON et al. (1993) verificaram que o ganho de peso do *Litopenaeus vannamei* aumenta substancialmente quando a freqüência de arraçoamento passa de uma para quatro vezes ao dia.

### 5.1.3. Manejo populacional

Os camarões cultivados no sistema semi-intensivo apresentaram taxa de crescimento semanal em torno de 1,5 g por semana, enquanto no superintensivo a taxa de crescimento semanal foi de 0,89 g/semana. O peso médio final obtido no sistema semi-intensivo foi de aproximadamente 9,4 g em um tempo médio de 65 dias de cultivo. No sistema superintensivo, observou-se peso médio final de 14,7 g com o dobro do tempo de cultivo, ou seja, 130 dias. Um ponto de destaque do sistema superintensivo foi a obtenção de uma sobrevivência final de 84,1% com uma produtividade de 20.186 kg/ha. A sobrevivência no semi-intensivo foi em média de 52% com uma produtividade de 1.730 kg/ha (Tabela 10).

De acordo com os resultados finais de produção obtidos, a produtividade média e tempo de cultivo nos diferentes ciclos estudados, pode-se estimar uma produtividade anual média em 4,5 ciclos de cultivo semi-intensivo de 7.785 kg/ha/ano. Esse resultado é um pouco maior do que o valor em média obtido pela carcinicultura marinha no Estado do Ceará (ROCHA & RODRIGUES, 2003).

O excepcional resultado obtido no ciclo 4 permite realizar projeções de produtividade anual de 50.464 kg/ha/ano em 2,5 ciclos por ano. Esse resultado se constitui um dos maiores do Brasil e do mundo.

Os resultados obtidos nos ciclos estudados revelam que as técnicas de cultivo adotadas foram adequadas, com destaque para manutenção da qualidade do ambiente de cultivo e o manejo alimentar empregado.

## **5.2 Análise microbiológica**

### **5.2.1 Quantificação das comunidades de bactérias**

Os valores de UFC/mL nas populações presuntivas de *Vibrio* quantificadas nas águas dos viveiros analisados não apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ). O mesmo aconteceu com as populações de bactérias heterotróficas aeróbias halófilas presentes na água dos viveiros e dos ambientes naturais estudados ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a quantidade de *Vibrio* presente no ambiente natural, onde está instalada a fazenda superintensiva, apresentou uma quantidade maior do que aquela observada no ambiente onde foram realizados os demais ciclos de cultivo ( $P < 0,05$ ) (Tabela 11).

TABELA 10 – Resultados de produção comparativos ao longo dos ciclos de estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Variável	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
População Inicial (n <sup>o</sup> de camarões)	2.800.000	1.400.000	2.200.000	1.140.880
População Final (n <sup>o</sup> de camarões)	1.306.889	843.478	1.082.609	959.188
Densidade Inicial (camarões/m <sup>2</sup> )	35	35	40	163
Densidade Final (camarões/m <sup>2</sup> )	16	21	20	137
Sobrevivência Final (%)	46,7	60,3	49,2	84,1
Crescimento semanal (g/semana)	1,38	2,07	1,18	0,89
Peso médio individual final (g)	9,0	10	9,2	14,7
Tempo de cultivo (dias)	68	60	67	130
Produção (kg)	11.762	7.760	9.960	14.130
Produtividade (kg/ha/ciclo)	1.470	1.940	1.779	20.186

Os valores de UFC/g das populações presuntivas de *Vibrio* spp. e de bactérias heterotróficas aeróbias halófilas presentes no solo do ambiente natural não apresentaram diferença significativa entre os ciclos ( $P > 0,05$ ). Todavia, as populações, das bactérias estudadas foram maiores nos ciclos 1 e 3 do que nos ciclos 2 e 4 ( $P < 0,05$ ), com exceção das populações presuntivas de *Vibrio* no ciclo 3, que foi igual ao do ciclo 4 ( $P > 0,05$ ) (Tabela 12).

Os valores de UFC/g das populações presuntivas de *Vibrio* no camarão do ciclo 01, realizado na estação seca, foram menores do que as demais populações ( $P < 0,05$ ). Entretanto, a análise realizada com as populações de bactérias heterotróficas aeróbias halófilas revelou resultados estatisticamente semelhantes entre os ciclos estudados ( $P > 0,05$ ) (Tabela 13). As cepas presuntivas de *Vibrio*, selecionadas nas diversas amostras para identificação, encontram-se na Tabela 14.

TABELA 11 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/mL) de *Vibrio* spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas na água do viveiro e no ambiente natural, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará. O segundo valor em parêntese corresponde a valores mínimos e máximos observados.

Amostra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Água do viveiro ( <i>Vibrio</i> spp.)	$(137,34 \pm 0,17) \times 10^1$ (100 - 225) $\times 10^1$	$(86,95 \pm 0,23) \times 10^1$ (45 - 275) $\times 10^1$	$(127,73 \pm 0,68) \times 10^1$ (5 - 625) $\times 10^1$	$(230,98 \pm 0,13) \times 10^1$ (165 - 300) $\times 10^1$
Água do ambiente natural ( <i>Vibrio</i> spp.)	$(37,58 \pm 0,15) \times 10^1$ (25 - 65) $\times 10^1$	$(42,61 \pm 0,18) \times 10^1$ (25 - 95) $\times 10^1$	$(66,99 \pm 0,26) \times 10^1$ (25 - 210) $\times 10^1$	$(41,73 \pm 0,03) \times 10^2$ (22 - 130) $\times 10^2$
Água do viveiro (BHAH)	$(225,78 \pm 0,63) \times 10^1$ (93 - 850) $\times 10^1$	$(177,19 \pm 0,16) \times 10^1$ (103 - 292) $\times 10^1$	$(181,67 \pm 0,34) \times 10^1$ (41 - 750) $\times 10^1$	$(56,09 \pm 0,02) \times 10^2$ (45 - 74) $\times 10^2$
Água do ambiente natural (BHAH)	$(199,85 \pm 0,33) \times 10^1$ (78 - 920) $\times 10^1$	$(53,77 \pm 0,12) \times 10^1$ (46 - 66) $\times 10^1$	$(111,04 \pm 0,31) \times 10^1$ (46 - 730) $\times 10^1$	$(213,15 \pm 0,54) \times 10^1$ (31 - 890) $\times 10^1$

TABELA 12 - Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de *Vibrio* spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas no solo do viveiro e do ambiente natural, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará. O segundo valor em parêntese corresponde a valores mínimos e máximos observados.

Amostra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Solo do viveiro ( <i>Vibrio</i> spp.)	$(27,58 \pm 0,01) \times 10^3$ (22 - 115) $\times 10^3$	$(43,17 \pm 0,60) \times 10^1$ (10 - 515) $\times 10^1$	$(147,86 \pm 0,06) \times 10^2$ (15 - 640) $\times 10^2$	$(252,16 \pm 0,49) \times 10^1$ (5 - 210) $\times 10^1$
Solo do ambiente natural ( <i>Vibrio</i> spp.)	$(282,09 \pm 0,04) \times 10^2$ (24 - 83) $\times 10^2$	$(67,55 \pm 0,03) \times 10^2$ (25 - 320) $\times 10^2$	$(68,53 \pm 0,04) \times 10^2$ (11 - 320) $\times 10^2$	$(62,42 \pm 0,06) \times 10^2$ (5- 335) $\times 10^2$
Solo do viveiro (BHAH)	$(115,23 \pm 0,01) \times 10^3$ (16 - 257) $\times 10^3$	$(251,94 \pm 0,40) \times 10^1$ (82 - 1520) $\times 10^1$	$(46,23 \pm 0,01) \times 10^3$ (12 - 112) $\times 10^3$	$(36,70 \pm 0,02) \times 10^2$ (8 - 81) $\times 10^2$
Solo do ambiente natural (BHAH)	$(86,21 \pm 0,01) \times 10^3$ (10 - 370) $\times 10^3$	$(94,68 \pm 0,03) \times 10^2$ (15 - 262) $\times 10^2$	$(226,07 \pm 0,02) \times 10^2$ (103 - 660) $\times 10^2$	$(248,65 \pm 0,06) \times 10^2$ (34- 1120) $\times 10^2$

TABELA 13 - Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de *Vibrio* spp. e de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Halófilas (BHAH) observadas no camarão, ao longo dos ciclos estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará. O segundo valor em parêntese corresponde a valores mínimos e máximos observados.

Amostra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Camarão ( <i>Vibrio</i> spp.)	$(65,13 \pm 0,01) \times 10^3$ $(29 - 170) \times 10^3$	$(73,55 \pm 0,00) \times 10^4$ $(11 - 650) \times 10^4$	$(45,47 \pm 0,00) \times 10^4$ $(33 - 94) \times 10^4$	$(48,87 \pm 0,00) \times 10^4$ $(18 - 80) \times 10^4$
Camarão (BHAH)	$(27,93 \pm 0,00) \times 10^4$ $(7 - 112) \times 10^4$	$(173,23 \pm 0,00) \times 10^4$ $(62 - 423) \times 10^4$	$(151,91 \pm 0,00) \times 10^4$ $(132 - 189) \times 10^4$	$(83,65 \pm 0,00) \times 10^4$ $(58 - 152) \times 10^4$

As doenças, sua transmissão e controle são abordadas pela ecologia microbiana. Quando os animais estão confinados, como na aquicultura, a transmissão de patógenos entre indivíduos pode ocorrer facilmente e algumas bactérias que causam doenças são saprófitas ou heterotróficas na água e no sedimento. O conhecimento de uma relação precisa entre as bactérias da coluna d'água e seu crescimento no organismo cultivado é essencial na geração de informações para a tomada de decisão do manejo operacional (MORIARTY, 1997).

A análise microbiológica da água revelou resultados semelhantes em quase todos os ciclos, com exceção para a contagem presuntiva de *Vibrio* que foi maior no estuário do Rio Pirangi (ciclo 4) do que no Estuário da Barra Grande (ciclos 1, 2 e 3). O equilíbrio, principalmente na contagem presuntiva de *Vibrio* entre os viveiros, pode ser resultado do manejo aplicado no sistema superintensivo.

Uma das principais ferramentas desse manejo foi o uso de calcário dolomítico ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) na água do sistema superintensivo. Segundo BARRERAS et al. (2001), com a aplicação de calcário na água em concentrações de 2,0, 5,0 e 7,5 mg/L foi possível inibir o crescimento bacteriano, principalmente das bactérias do gênero *Vibrio*. As análises microbiológicas realizadas no solo dos ambientes naturais não revelaram diferença estatisticamente significativa. Entretanto, os resultados de contagem de bactérias, no sedimento dos viveiros, foram maiores no ciclo 1 e 3, e a contagem presuntiva de *Vibrio* no ciclo 1 foi maior do que nos ciclos 2 e 4. O fato do ciclo 3 apresentar uma contagem presuntiva de *Vibrio* maior do que o ciclo 2 e semelhante ao ciclo 4 sugere que a intensificação do sistema de produção tem pouca influência neste resultado, uma vez que a preparação do

solo no início do cultivo, com as práticas de desinfecção com cloro, revolvimento do solo, exposição ao sol e calagem, foram semelhantes em todos os ciclos.

Tabela 14 - Bactérias identificadas ao longo dos ciclos de produção estudados, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Ambiente	Espécie
Solo do ambiente natural (SEMI)	<b>Vibrio vulnificus</b>
Água do viveiro (SEMI)	<b>Aeromonas hydrophila</b>
Solo do viveiro (SEMI)	<b>Vibrio sp.</b>
Solo do ambiente natural (SEMI)	<b>Vibrio sp.</b>
Solo do viveiro (SEMI)	<b>Vibrio anguillarum II e Vibrio harveyi</b>
Água do ambiente natural (SEMI)	<b>Vibrio gazogenes</b>
Solo do viveiro (SUPI)	<b>Vibrio alginolyticus</b>
Camarão (SUPI)	<b>Vibrio sp.</b>
Solo do ambiente natural (SUPI)	<b>Vibrio alginolyticus</b>
Água do viveiro (SUPI)	<i>Vibrio anguillarum II</i>
Água do viveiro (SUPI)	<i>Vibrio metchnikovii</i>
Camarão (SUPI)	<i>Vibrio fluvialis</i>

Outro fato foi à contagem de bactérias heterotróficas halófilas semelhantes em todos os ciclos estudados e uma quantidade de *Vibrio* menor no ciclo realizado na estação seca (ciclo 1). No caso da diminuição da população de *Vibrio* na estação seca, é possível que a faixa de salinidade ideal para seu crescimento esteja abaixo do registrado ao longo deste ciclo. Esse

conjunto de fatores pode indicar que o sistema de produção superintensivo, apesar do maior risco de desequilíbrio na comunidade microbiológica, com a manutenção de condições ambientais favoráveis e o uso de técnicas de manejo adequadas, pode resultar num equilíbrio semelhante ao sistema semi-intensivo.

Todavia, a presença de cepas das espécies *Vibrio vulnificus*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi* e *V. fluvialis* nas amostras, pode ser um indicador de risco para a saúde dos camarões cultivados. Essas espécies foram na década passada relacionadas com problemas de enfermidades em vários cultivos de camarão marinho no mundo, conforme MOHNEY et al. (1994), PIZZUTO & HIRST (1995), GENMOTO et al. (1996), ALAPIDE-TENDENCIA & DUREZA (1997), ALVAREZ et al. (1998), GOARANT et al. (1998), LAVILLA-PITOGO et al. (1998) HARRIS & OWENS (1999), RUANGPAN et al. (1999), STROM & PARANIPIYE (2000), SAULNIER et al. (2000) ESTEVE & HERRERA (2000).

### **5.3. Avaliação da saúde dos camarões através de técnicas rápidas de campo**

Os resultados dos exames a fresco realizados no hepatopâncreas, brânquias, intestino, urópodos e cutícula, aos 30 e 60 dias de cultivo, nos ciclos analisados encontram-se nas Tabelas 15 e 16. O ciclo superintensivo não apresentou variação no nível de incidência entre os dois períodos amostrais.

Entretanto, os ciclos realizados sob o sistema semi-intensivo apresentaram uma diferença entre a incidência de lesões. Com 30 dias, o percentual de lesões no hepatopâncreas foi maior do que aos 60 dias de

cultivo. Já os exames realizados nas brânquias com 30 dias apresentaram um menor nível de lesão do que as brânquias analisadas aos 60 dias de cultivo.

Tabela 15 - Avaliação percentual (%) das lesões detectadas, durante exame a fresco, nas principais regiões analisadas com 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Região	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	70	70	80	50
Brânquias	20	20	40	100
Intestino	0	0	20	0
Urópodos	0	0	0	100
Cutícula	0	0	0	0

As avaliações da aparência física de órgãos e/ou regiões do corpo (brânquias, apêndices, cutícula, músculo abdominal e hepatopâncreas) e comportamental dos camarões fornecem importantes informações no que diz respeito às condições do animal e seu estado de saúde.

Verificou-se, durante a pesquisa, que as avaliações através de observações comportamentais e de análise a fresco podem ser facilmente realizadas nas fazendas, usando pouco ou nenhum equipamento. Alguns indícios de anormalidade no camarão podem ser um dos primeiros sinais de estresse ou início de doenças. Estes indícios geralmente estão ligados a mudanças no comportamento alimentar, atividades anormais durante o dia, natação nas bordas dos viveiros associados com letargia e risco de ataque por pássaros, taxa de conversão alimentar anormal etc.

Tabela 16 - Avaliação percentual (%) das lesões detectadas, durante exame a fresco, nas principais regiões analisadas com 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Região	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	30	40	60	50
Brânquias	80	50	60	100
Intestino	40	0	20	0
Urópodos	0	0	0	100
Cutícula	0	0	0	0

Embora as observações tenham sido insuficientes para um diagnóstico definitivo, a simples coleta das informações foi essencial para a análise preliminar da pesquisa. Desta forma, foi observado que o levantamento rotineiro de dados comportamentais e sintomáticos podem ajudar os carcinicultores na elaboração de um plano de ação com objetivos de reduzir perdas ou evitar a expansão de doenças.

A avaliação através de análises a fresco das brânquias mostrou a presença de "fouling", matéria orgânica presa aos filamentos das brânquias e necroses. Nos ciclos semi-intensivos (1, 2 e 3) o aumento das lesões apresentadas ao longo dos ciclos sugere uma diminuição na principal função deste importante órgão que é a respiração. O acompanhamento realizado no ciclo superintensivo (4) indicou que não houve diferença entre a frequência de ocorrência de lesões ao longo deste ciclo ou uma ocorrência maior de lesões. Desta forma, foi importante o manejo aplicado principalmente no que diz respeito ao controle do nível de oxigenação da água. Doenças e outras causas

que afetem o funcionamento normal das brânquias têm sérias consequências para o camarão. O exame a fresco das brânquias se mostrou uma ferramenta simples, capaz de avaliar as condições físicas e estruturais do órgão e fornecer uma estimativa indireta do estágio funcional do sistema respiratório.

Diferente das lesões observadas nas brânquias, os hepatopâncreas apresentaram nível decrescente de lesão nos ciclos semi-intensivos (1, 2 e 3) e níveis de lesões constantes no ciclo superintensivo (4). As principais lesões apresentadas foram deformações em seus túbulos e necrose, as quais sugerem danos causados neste órgão por bactérias e/ou vírus. Apesar disso, os órgãos apresentavam uma elevada quantidade de gotas de lipídios, indicando que os animais estavam bem nutridos.

Outro indicador do comportamento alimentar do animal foi a análise do trato digestório, que apresentou sinais de que os animais estavam sendo bem alimentados. O baixo nível de alimento observado nos ciclos 3 e 1 com 60 dias pode sugerir que esses camarões estavam em período de muda.

As observações realizadas nas cutículas não mostraram presença do ataque de microorganismos quitinolíticos, causando melanoses. Entretanto, a cor dos urópodos dos camarões cultivados no ciclo 4 estava avermelhada, sugerindo uma sintomatologia de *Vibrio* e/ou TSV.

Em virtude das doenças nos camarões possuírem uma componente ambiental em sua expressão, é importante que a fazenda possua algum nível de controle da qualidade do ambiente cultivado e ecossistema vizinho à fazenda (FUNGE-SMITH & BRIGGS, 1998).

#### **5.4 Análise histopatológica**

A presença de Síndrome de Taura (TSV) foi maior no ciclo superintensivo do que nos ciclos semi-intensivos, independente do período amostral. Os tecidos afetados foram: apêndices, brânquias, epitélios subcuticular, do estômago e do intestino, órgão linfóide, tecido conjuntivo e tecido hematopoiético (Tabela 17, Tabela 18, Figura 13 e Figura 14).

As lesões apresentadas pelo HPV foram maiores no segundo período amostral do que no primeiro, sendo que o ciclo 1, realizado na estação seca, apresentou uma quantidade maior de indivíduos com lesões. O hepatopâncreas é o único tecido lesionado pelo vírus (Tabela 19, Tabela 20 e Figura 15).

TABELA 17 - Avaliação percentual (%) da presença de TSV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	11,1	22,2	100
Brânquias	16,6	75	100	100
Cordão nervoso	0	0	0	0
Epitélio cuticular	25	75	100	100
Estômago	0	75	90	100
Glândula antenal	0	0	0	0
Hepatopâncreas	0	0	0	0
Intestino	0	66,7	100	50
Órgão linfóide	33,3	0	100	100
Tecido conjuntivo	25	75	100	100
Tecido hematopoiético	0	0	50	75

TABELA 18 - Avaliação percentual (%) da presença de TSV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	0	70	100
Brânquias	0	0	100	90
Cordão nervoso	0	0	0	0
Epitélio cuticular	0	20	90	100
Estômago	0	0	90	100
Glândula antenal	0	0	0	0
Hepatopâncreas	0	0	0	0
Intestino	0	0	33,3	100
Órgão linfóide	50	80	88,9	100
Tecido conjuntivo	0	0	80	100
Tecido hematopoiético	0	11,1	50	83,3

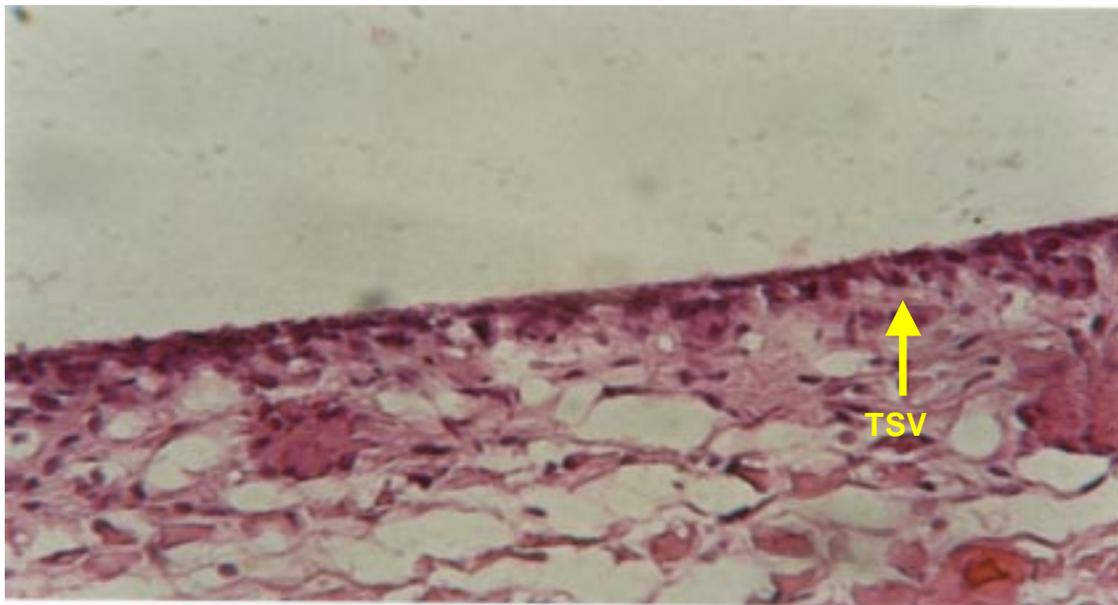


Figura 13 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do epitélio sub-cuticular mostrando a ocorrência de TSV (seta), nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará (400 X).

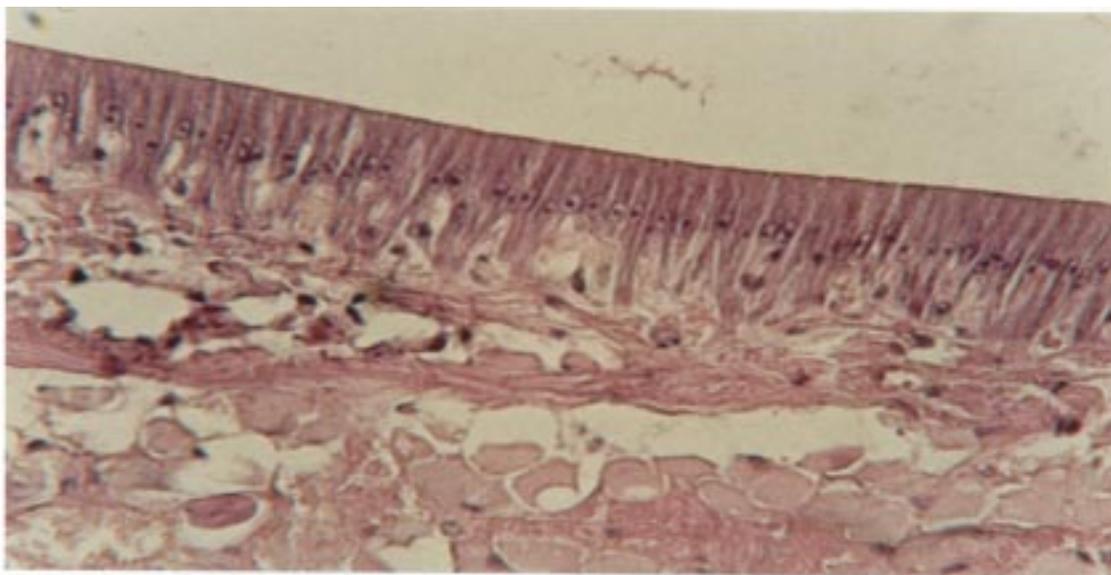


Figura 14 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do epitélio sub-cuticular mostrando tecido normal, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará (400 X).

TABELA 19 - Avaliação percentual (%) da presença de HPV no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	37,5	22,2	20	10

TABELA 20 - Avaliação percentual (%) da presença de HPV no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	80	30	40	20

Os ciclos de cultivo 1 e 2, no sistema semi-intensivo realizados no viveiro 2, apresentaram uma maior incidência de lesões causadas por infecção bacteriana, muitas vezes *Vibrio*, do que nos ciclos 3 e 4. No ciclo 3 não ocorreram lesões causadas por infecção bacteriana. Os tecidos das brânquias, cordão nervoso, estômago, hepatopâncreas, intestino, órgão linfóide e tecido conjuntivo apresentaram danos causados por infecção bacteriana (Tabela 21, Tabela 22 e Figura 16).

TABELA 21 - Avaliação percentual (%) da presença de infecção bacteriana, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	0	0	0
Brânquias	33,3	0	0	16,7
Cordão nervoso	0	0	0	0
Epitélio cuticular	0	0	0	0
Estômago	12,5	0	0	0
Glândula antenal	0	0	0	0
Hepatopâncreas	12,5	22,5	0	20
Intestino	0	0	0	0
Órgão linfóide	0	0	0	10
Tecido conjuntivo	12,5	0	0	0
Tecido hematopoiético	0	0	0	0

TABELA 22 - Avaliação percentual (%) da presença de infecção bacteriana, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	0	0	0
Brânquias	14,3	33,3	0	50
Cordão nervoso	0	0	0	10
Epitélio cuticular	0	0	0	0
Estômago	0	0	0	0
Glândula antenal	0	0	0	0
Hepatopâncreas	0	20	0	0
Intestino	14,3	0	0	0
Órgão linfóide	0	0	0	0
Tecido conjuntivo	42,9	20	0	0
Tecido hematopoiético	0	0	0	0

Diferente das infecções bacterianas, a Hepatopancreatite Necrosante (NHP) não atingiu os ciclos 1 e 2 realizados no viveiro 2. O ciclo semi-intensivo 3 apresentou uma quantidade de indivíduos lesionados um pouco maior do que o ciclo superintensivo (4). O tecido do hepatopâncreas é o único que sofre lesões causadas por esse patógeno (Tabela 23 e Tabela 24).

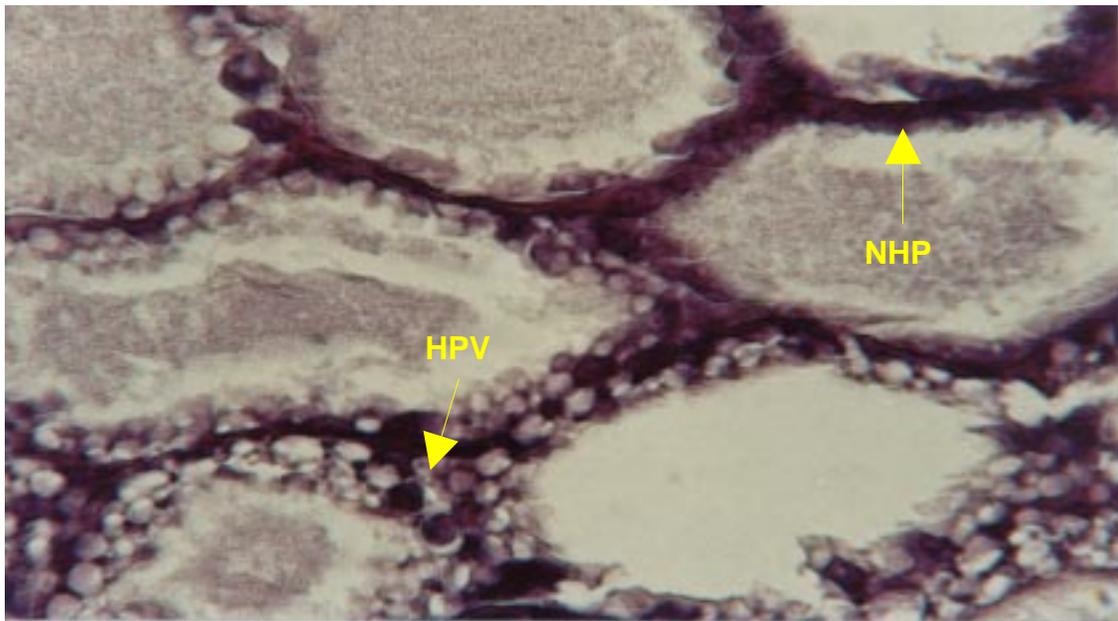


Figura 15 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do hepatopâncreas mostrando a ocorrência de HPV e NHP (seta), nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará (400 X).



Figura 16 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico das brânquias mostrando a ocorrência de bactérias (seta), nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará (400 X).

TABELA 23 - Avaliação percentual (%) da presença de NHP, no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	0	0	60	30

TABELA 24 - Avaliação percentual (%) da presença de NHP, no hepatopâncreas através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Hepatopâncreas	0	0	60	50

O IHHNV atingiu o ciclo 3 de maneira mais suave, enquanto os demais ciclos sofreram lesões equivalentes. O único tecido que não sofreu lesão causada pelo IHHNV foi o hepatopâncreas (Tabela 25 e Tabela 26).

Exames histopatológicos mostraram que a incidência de "fouling" foi maior nos ciclos 1 e 2 nos dois períodos amostrais (30 e 60 dias), enquanto os ciclos 3 e 4 apresentaram valores idênticos na análise realizada aos 30 dias de cultivo e resultados negativos aos 60 dias (Tabela 27 e Tabela 28).

TABELA 25 - Avaliação percentual (%) da presença de IHNV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	11,1	0	11,1
Brânquias	66,6	40	0	50
Cordão nervoso	0	0	0	10
Epitélio cuticular	12,5	12,5	0	11,1
Estômago	12,5	37,5	20	22,2
Glândula antenal	12,5	0	0	0
Hepatopâncreas	0	0	0	0
Intestino	0	33,3	20	0
Órgão linfóide	0	20	0	10
Tecido conjuntivo	12,5	0	10	0
Tecido hematopoiético	28,6	20	0	25

TABELA 26 - Avaliação percentual (%) da presença de IHHNV, nos tecidos analisados através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	0	0	0	0
Brânquias	100	66,7	0	30
Cordão nervoso	10	0	0	10
Epitélio cuticular	70	20	0	11,1
Estômago	88,9	22,2	0	42,9
Glândula antenal	22,2	0	0	0
Hepatopâncreas	0	0	0	0
Intestino	100	25	0	0
Órgão linfóide	50	0	0	0
Tecido conjuntivo	57,1	0	0	0
Tecido hematopoiético	71,4	22,2	0	16,7

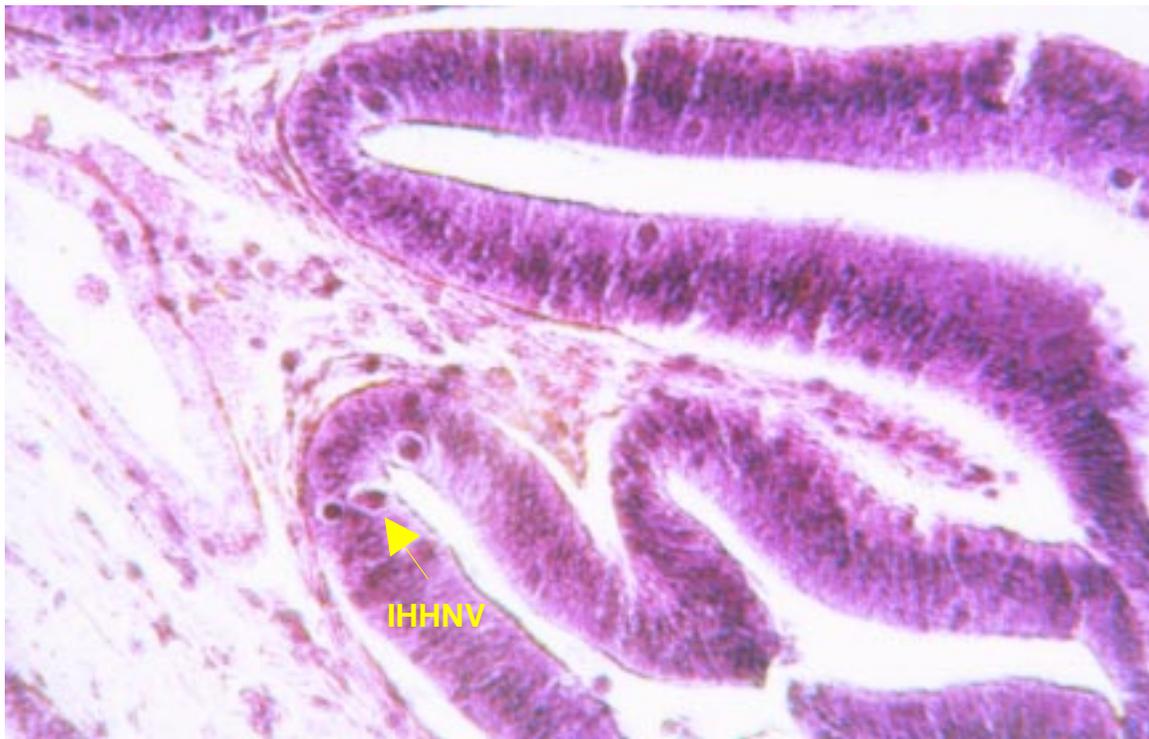


Figura 17 - Fotomicrografia corada com H&E de um corte histológico do cecum mostrando a ocorrência de IHHNV (seta), nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará (400 X).

TABELA 27 - Avaliação percentual (%) da presença de "fouling", nos apêndices através da histopatologia realizada aos 30 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	62,5	44,4	11,1	11,1

TABELA 28 - Avaliação percentual (%) da presença de "fouling", nos apêndices através da histopatologia realizada aos 60 dias de cultivo, nos viveiros de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no Estado do Ceará.

Tecido	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Apêndices	30	33,3	0	0

A histologia permitiu o estudo dos principais tecidos e avaliação das lesões presentes, sendo possível identificar, na maioria dos casos, os agentes que estavam causando a lesão, através de modificações nos tecidos analisados. Portanto, embora existam vários patógenos primários (vírus) grandes prejuízos são causados por patógenos secundários (bactérias), que possuem a habilidade de invadir o organismo do camarão, já estressado e enfraquecido, em virtude da deterioração nas condições ambientais.

A presença de núcleos picnóticos no epitélio dos apêndices, brânquias, epitélio subcuticular, estômago, intestino e tecido conjuntivo caracteriza a fase aguda do vírus da Síndrome de Taura (HASSON et al., 1999a), sendo que a presença de esferóides no órgão linfóide caracteriza a fase crônica da doença (HASSON et al., 1999b; LIGHTNER et al., 1995). A incidência maior de lesões de TSV no ciclo 4 pode ser resultado da intensificação do sistema de produção.

A incidência maior de corpos de inclusão do vírus HPV no hepatopâncreas dos camarões cultivados no ciclo 1, principalmente com 60 dias de cultivo realizado na estação seca, pode ser relacionada ao aumento de salinidade da água. No que diz respeito às bactérias que lesionaram o hepatopâncreas, a infecção bacteriana atingiu em maior grau os ciclos 1 e 2, realizados no viveiro 2, e o NHP infectou somente os ciclos 3 e 4. Desta

forma, não foi possível relacionar as infecções no hepatopâncreas ao tipo de sistema de produção e ou técnica de manejo empregada.

As observações de tubos deformados, realizadas nos exames a fresco do hepatopâncreas, serviram como forte indício de ataques realizados por microrganismos patogênicos, que foram confirmados no exame histopatológico. Portanto, essa metodologia simples deve ser utilizada pelos produtores em programas de monitoramento do estado do cultivo, pois a função daquele órgão é de vital importância.

## 6 CONCLUSÃO

Baseado nos estudos realizados em viveiros comerciais constatou-se que a ocorrência de enfermidades é independente do tipo de sistema de produção adotado pelo produtor. Entretanto, as técnicas de manejo de produção e condições ambientais, refletidas pela adoção de melhores práticas de manejo em cada ciclo de produção, são vitais para a saúde do ecossistema de cada viveiro, uma vez que:

- 1) As técnicas de manejo e condições dos ambientes de cultivo influenciaram positivamente o equilíbrio do ecossistema de produção;
- 2) As variações quantitativas nas populações de bactérias monitoradas, nos diversos ecossistemas de cultivo, estiveram diretamente relacionadas às técnicas de manejo e as condições dos ambientes de cultivo;
- 3) A quantidade de bactérias presente nas análises realizadas no camarão não variou entre os sistemas de produção;
- 4) Os resultados finais de produção foram influenciados pelas técnicas de manejo e pelas condições dos ambientes de cultivo;
- 5) A ocorrência de lesões histopatológicas causadas por bactérias e vírus foram independentes dos sistemas de produção estudados.
- 6) As alterações apresentadas pelas técnicas de análises a fresco, em grande parte dos casos, estiveram relacionadas com as condições de cultivo, mostrando que essas técnicas são também apropriadas para o manejo sanitário preventivo da carcinicultura marinha.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAPIDE-TENDENCIA, E.V., DUREZA, L.A. Isolation of *Vibrio* spp. from *Penaeus monodon* (Fabricius) with red disease syndrome. *Aquaculture*, v.154, p. 107-114. 1997.
- ALCIVAR-WARREN, A., OVERSTREET, R.M., DHAR, A.K., ASTROFSKY, K., CARR, W. H., SWEENEY, J., LOTZ, J.M. Genetic susceptibility of cultured shrimp (*Penaeus vannamei*) to infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus and baculovirus penaei: possible relationship with growth status and metabolic gene expression. *J. Invertebr. Pathol.*, v. 70, p. 190–197. 1997.
- ALVAREZ, J.D., AUSTIN, B., ALVAREZ, A.M., REYES, H. *Vibrio harveyi*: a pathogen of penaeid shrimps and fish in Venezuela. *J. Fish Dis.* v. 21, p. 313-316. 1998.
- AMARO, C., BIOSCA, E.G., FOUZ, B., ALCAIDE, E., ESTEVE, C., 1995. Evidence that water transmits *Vibrio vulnificus* Biotype 2 infections to eels. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1133-1137.
- ARANA, L.V. *Produção de pós-larvas de camarão marinho*. Florianópolis: UFSC, p. 157-179. 1996.
- AYRES, M., Jr.AYRES, M., AYRES, D.L., SANTOS, A.S. *BioEstat 2.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Lithera Maciel Editora Gráfica Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 259 pp. 2000.
- BARRERAS, C.C., VILLA, F.L., HERNÁNDEZ, R.C., GÁMEZ, J.C.I. Efecto de la cal sobre la calidad del agua en el cultivo de camarón y sobre las bacterias que lo afectan. *Panorama Acuícola*, v. 6, p.13-14, 2001.

- BELL, T. A.; LIGHTNER, D.V. A handbook of normal penaeid shrimp histology. Special Publication of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. 1988.
- BOLEZA, K.A., BURNETT, L.E., BURNETT, K.G. Hypercapnic hypoxia compromises bactericidal activity of fish anterior kidney cells against opportunistic environmental pathogens. *Fish & Shellfish Immunology*. v.11, p. 593–610, 2001.
- BOYD, C.E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Agricultural Experimental station. Auburn University, 1990. 482 p.
- BOYD, C.E. Pond water aeration systems. *Aquacult. Eng.* v.18, p. 9-40. 1998.
- BOYD, C.E. Códigos de practicas para el cultivo responsable de camaron. Alianza Global de Acuicultura. Missouri, 1999. 36 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado: seguimento de mercado. Brasília, 2001. 276 p.
- BROCK, J.A. *An introduction to shrimp diseases*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral, 1986. 13p.
- BROCK, J. Manual de enfermedades. Guayaquil: Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Universidad de Hawai. 1990. 45p.
- BROCK, J.A., MAIN, K.L.A. Guide to the Common Problems and Diseases of Culture *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute, 1994. 242 p.
- BROCK, J.A., BULLIS, R. Disease prevention and control for gametes and embryos of fish and marine shrimp. *Aquaculture*, v. 197, p 137 - 159, 2001.
- CAIN, K.D., BYRNE, K.M., BRASSFIELD, A.L., LaPATRA, S.E., RISTOW, S.S. Temperature dependent characteristics of a recombinant infectious

- hematopoietic necrosis virus glycoprotein produced in insect cells. *Dis. Aquat. Org.* v.36, p.1-10, 1999.
- CHANG, P.S., LO,C.F., WANG, Y.C., KOU, G.H. Identification of white spot syndrome associated baculovirus (WSBV) target organs in the shrimp *Penaeus monodon* by in situ hybridization. *Dis. Aquat. Org.* v.27, p.131-139, 1996.
- CHENG, W., CHEN, J.C. Effects of pH, temperature and salinity on immune parameters of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & Shellfish Immunology.* v.10, p.387–391, 2000.
- ELLIOT, E.L., KAYSNER, C.A., JACKSON, L., TAMPLIN, M.L. *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, and Other *Vibrio sp.* In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. Bacteriological Analytical Manual online. disponível em <http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-9.html>. 2002.
- ESTEVE, M., HERRERA, F.C. Hepatopancreatic Alterations in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1939) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) Experimentally Infected with a *Vibrio alginolyticus* Strain. *J. of Invertebr. Pathol.* v. 76, p.1-5, 2000.
- FLEGEL, T. A turning point for sustainable aquaculture: the White Spot virus crisis in Asian shrimp culture. *Aquaculture Asia*, p. 29–34. 1996.
- FLEGEL, T.W. , THAMAVIT, V., PASHARAWIPAS, T., ALDAY-SANZ, V. Statistical correlation between severity of hepatopancreatic parvovirus infection and stunting of farmed black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, v.174, p. 197–206, 1999.

- FUNGE-SMITH, S.J., BRIGGS, M.R.P. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture*, v. 164, p. 117–133, 1998.
- GENMOTO, K., NISHIZAWA, T., NAKAI, T., MUROGA, K. 16S rRNA targeted RT-PCR for the detection of *Vibrio penaeicida*, the pathogen of cultured kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Dis. Aquat. Org.* v.24, p.185-189, 1996.
- GESTEIRA, T.C.V. MARQUES, L.C., MARTINS, P.C.C., NUNES, A.J.P. Situação atual da carcinicultura marinha no Estado do Ceará. IN: "Workshop" do Estado do Ceará sobre Cultivo de Camarão Marinho, 1<sup>o</sup>, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Grupo de Estudos de Camarão Marinho - GECCMAR, v.1, p. 1-9, 1996.
- GESTEIRA, T.C.V. MARQUES, L.C., MARTINS, P.C.C., HENNIG, O., NUNES, A.J.P. Evolução da indústria de cultivo de camarão marinho no Estado do Ceará entre 1994 e 1998. IN: AQUICULTURA BRASIL'98. **Anais...** Recife, v.1, p. 363 - 370, 1998.
- GOARANT, C., RÉGNIER, F., BRIZARD, R., MARTEAU, A. Acquisition of susceptibility to *Vibrio penaeicida* in *Penaeus stylirostris* postlarvae and juveniles. *Aquaculture*, v. 169, p. 291-296, 1998.
- GRASLUND, S., BENGTSSON, B.E. Chemicals and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment - a review. *The Science of the Total Environment*, v. 280, p. 93-131, 2001.
- HARRIS, L.J., OWENS, L. Production of exotoxins by two luminous *Vibrio harveyi* strains known to be primary pathogens of *Penaeus monodon* larvae. *Dis. Aquat. Org.* v. 38, p.11-22, 1999.

- HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., POULOS, B.T., REDMAN, R.M., WHITE, B.L., BROCK, J.A., BONAMI, J.R. Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: demonstration of a viral etiology. *Dis. Aquat. Org.* v. 23, p. 115-126, 1995.
- HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., MOHNEY, L.L., REDMAN, R.M., POULOS, B.T., WHITE, B.M. Taura syndrome virus (TSV) lesion development and the disease cycle in the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. v.36, p. 81-93, 1999a.
- HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., MOHNEY, L.L., REDMAN, R.M., WHITE, B.M. Role of lymphoid organ spheroids in chronic Taura syndrome virus (TSV) infections in *Penaeus vannamei*. v. 38, p. 93-105, 1999b.
- HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., MARI, J., BONAMI, J.R. POULOS, B.T., MOHNEY, L.L., REDMAN, R.M., BROCK, J.A. The geographic distribution of Taura Syndrome Virus (TSV) in the Americas: determination by histopathology and in situ hybridization using TSV-specific cDNA probes. *Aquaculture*, v.171, p. 13–26, 1999c.
- HENNIG, O.L., ANDREATTA, E.R. Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* (Perez Farfante, 1967). *Aquaculture*. v.164, p. 167–172, 1998
- HENNIG, O.L., et al. Avaliação da Contagem Total de Hemócitos (CTH) na hemolinfa do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931) cultivado em diferentes salinidades. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11., 1999, Recife; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1999, Recife. **Anais...**, Recife, v. 2, p. 589-593, 1999.

- HERNÁNDEZ, J.Z., NUNES, A.J.P. Biossegurança no Cultivo de Camarão Marinho: Qualidade da água e Fatores ambientais. *Revista da ABCC*, v. 3, p. 55-59, 2001.
- HOI, L., DALSGAARD, A. Evaluation of a simplified semi-quantitative protocol for the estimation of *Vibrio vulnificus* in bathing water using cellobiose–colistin agar: a collaborative study with 13 municipal food controlling units in Denmark. *J. of Microbiological Methods*. v.41, p.53-57. 2000.
- HOROWITZ, A., HOROWITZ, S. The role of microorganisms to achieve sustainable aquaculture. IN: AQUICULTURA BRASIL'98. **Anais...** Recife, v.1, P. 87-98. 1998.
- IPLANCE. *Anuário Estatístico do Ceará 1995/96*. Fortaleza: IPLANCE, 1997. 1144pp..
- JIANG, D.H., LAWRENCE, A.L., NEILL, W.H., GONG, H. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* v. 253, p. 193–209, 2000.
- JUNQUEIRA, L.C.U., JUNQUEIRA, L.M.S. *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia*. Editora Santos, SP, 123 pp., 1983.
- KAUTSKY, N., RONNBACK, P., TEDENGREN, M., TROELL, M. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture*, v. 191, p. 145-161, 2000.
- LAVILLA-PITOGO, C.R., LEAÑO, E.M., PANER, M.G. Mortalities of pond-cultured juvenile shrimp, *Penaeus monodon*, associated with dominance of luminescent vibrios in the rearing environment. *Aquaculture*, v. 164, p. 337-349. 1998.
- Le MOULLAC, G., SOYEZ, C., SAULNIER, D., ANSQUER, D., CHRISTOPHE, J. Effect of hypoxic stress on the immune response and the resistance to

- vibriosis of the shrimp *Penaeus stylirostris*. *Fish & Shellfish Immunology*. v.8, p. 621-629. 1998.
- Le MOULLAC, G., HAFFNER, P. Environmental factors affecting immune responses in crustacea. *Aquaculture*, v. 191, p. 121-131, 2000.
- LIGHTNER, D.V., REDMAN, R.M., HASSON, K.W.; PANTOJA, C.R. Taura syndrome in *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda): gross signs, histopathology and ultrastructure. *Dis. Aquat. Org.* v. 21, p. 53-59, 1995.
- LIGHTNER, D.V. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultures penaeid shrimp. World Aquaculture Society. Louisiana. 304 pp. 1996.
- LIGHTNER, D.V., REDMAN, R.M., BELL, T.A. Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis (IHHN), a newly recognized virus disease of penaeid shrimp. *J. Invertebr. Pathol.*, v.42, p. 62-70, 1983a.
- LIGHTNER, D.V., REDMAN, R.M., BELL, T.A. BROCK, J.A. Detection of IHHN virus in *Penaeus stylirostris* and *P. vannamei* into Hawaii. *J. World Maricult. Soc.*, v.14, p. 212-225, 1983b.
- LIGHTNER, D.V., REDMAN, R.M. Penaeid virus disease of the shrimp culture industry of the Americas. IN: FAST, A.W., LESTER, L.J. (Eds.). *Culture of Marine Shrimp: Principles and Practices*. Chap. 26. Elsevier, Amsterdam. P. 569 - 588. 1992.
- LIGHTNER, D.V., REDMAN, R.M. Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, v. 164, p. 201-220, 1998.
- LO, C., LEU, J., HO, C., CHEN, C., PENG, S., CHEN, Y., CHOU, C., YEH, P., HUANG, C., CHOU, H., WANG, C., KOU, G. Detection of baculovirus associated with white spot syndrome (WSBV) in penaeid shrimp s using polymerase chain reaction. *Dis. Aquat. Org.* v. 25, p. 133-141. 1996.

- LO, C.F., HO, C.H., CHEN, C.H., LIU, K.F., CHIU, Y.L., YEH, P.Y., PENG, S.E., HSU, H.C., LIU, H.C., CHANG, C.F., SU, M.S., WANG, C.H., KOU, G.H. Detection and tissue tropism of white spot syndrome baculovirus (WSBV) in captured brooders of *Penaeus monodon* with a special emphasis on reproductive organs. v.30, p. 53-72, 1997.
- LO, C.F., HSU, H.C, TSAI, M.F., HO, C.H., PENG, S.E., KOU, G.H., LIGHTNER, D.V. Specific genomic DNA fragment analysis of different geographical clinical samples of shrimp white spot syndrome virus. *Dis. Aquat. Org.* v.35, p. 175-185, 1999.
- LORENZEN, E., CARSTENSEN, B., OLESEN, N.J. Inter-laboratory comparison of cell lines for susceptibility to three viruses: VHSV, IHNV and IPNV. *Dis. Aquat. Org.* v. 37, p. 81-88. 1999.
- LOTZ, J.M. Special topic review: viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, v. 13, p. 405-413, 1997a.
- LOTZ, J.M. Effect of host size on virulence of Taura Virus to the marine shrimp *Penaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae). *Dis. Aquat. Org.* v. 30, p. 45-51, 1997b.
- MACHADO, W.L. Avaliação do potencial salineiro para o cultivo de Artêmia, no Estado do Ceará (Brasil). *Bol. Ciên. Mar.*, v.39, 23 p, 1984.
- MARI, J., LIGHTNER, D.V., POULOS, B.T., BONAMI, J.R. Partial cloning of the genome of an unusual shrimp parvovirus (HPV): use of gene probes in disease diagnosis. *Dis. Aquat. Org.* v. 22, p. 129-134, 1995.
- MARTINS, M.L.R. Mapeamento, levantamento e caracterização de áreas prioritárias de projetos de carcinicultura marinha no Norte e Nordeste do Brasil. IN: "Workshop" do Estado do Ceará sobre Cultivo de Camarão

- Marinho, 1<sup>o</sup>, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Grupo de Estudos de Camarão Marinho - GECMAR, v.1, p. 22-27, 1996.
- MARTINS, P.C.C. Análise da produtividade de uma fazenda de camarão marinho no Estado do Ceará: aspectos biológicos, técnicos e administrativos. Fortaleza: UFC, 50 p. 1994. (Monografia de Graduação).
- MARTINS, P.C.C. Análise da rentabilidade das grandes empresas de cultivo de camarão marinho no Estado do Ceará, sob condições de risco. Fortaleza: UFC, 74 p. 1997. (Dissertação de Mestrado).
- MARTINS, P.C.C., BISERRA, J.V. Análise econômico-financeira da carcinicultura marinha no Estado do Ceará, sob condições de risco. IN: AQUICULTURA BRASIL'98. **Anais...** Recife, v.1, p. 371 - 382, 1998.
- MATURIN, L.J., PEELER, J.T. Aerobic Plate Count. In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. Bacteriological Analytical Manual online. disponível em <http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-3.html>. 2002.
- McGRAW, W., TEICHERT-CODDINGTON, D.V., ROUSE, D.B., BOYD, C.E. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. *Aquaculture*, v.199, p. 311–321, 2001.
- MONHEY, L.L., LIGHTNER, D.V., BELL, T.A. An epizootic of vibriosis in Equatorial pond-reared *Penaeus vannamei* Boone (Crustacea: Decapoda). *J. World Aqua. Soc.*, v. 25, p. 116-125. 1994.
- MORIARTY, D.J.W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, v. 151, p. 333-349. 1997.
- NEW, M.B. Global Aquaculture: Current trends and challenges for the 21st century. In: AQUICULTURA BRASIL'98, **Anais...** Recife, v.1,p.9-58, 1998.

- NUNAN, L.M.; POULOS, B.T.; LIGHTNER, D.V. The detection of White Spot Syndrome Virus (WSSV) and Yellow Head Virus (YHV) in imported commodity shrimp. *Aquaculture*, v. 160, p. 19-30. 1998.
- NUNES, A.J.P., GODDARD, S., GESTEIRA, T.C.V. Feeding activity patterns of the southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, v. 144, p. 371-386, 1996.
- NUNES, A.J.P., PARSONS, G.J. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. *Aquaculture*, v. 187, p. 133 - 151, 2000.
- NUNES, A.J.P. Camarões marinhos: engenharia e logística operacional de berçários intensivos. *Panorama da Aquicultura*, v. 12, n. 69, p. 25-37, 2002.
- NUNES, A.J.P., MARTINS, P.C.C. Avaliando o estado de saúde de camarões marinhos. *Panorama da Aquicultura*, v.12, p.23-33, 2002.
- PÉREZ FARFANTE, I., KENSLEY, B. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera. Éditions du Muséum de Paris, Paris, 233 pp. 1997.
- PIZZUTTO, M., HIRST, R.G. Classification of isolates of *Vibrio harveyi* virulent to *Penaeus monodon* larvae by protein profile analysis and M13 DNA fingerprinting. *Dis. Aquat. Org.*, v. 21, p. 61-68, 1995.
- ROBERTSON, L., LAWRENCE, A.L., CASTILLE, F.L. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquacult. Fish. Manage.* v.24, p. 1-6, 1993.
- ROBERTSON, P.A.W., CALDERON, J., CARRERA, L., STARK, J.R., ZHERDMANT, M., AUSTIN, B. Experimental *Vibrio harveyi* infections in *Penaeus vannamei* larvae. *Dis. Aquat. Org.* v. 32, p. 151-155. 1998.

- ROCHA, I.P. Aquicultura estuarina e desenvolvimento sustentável. IN: WORKSHOP DO ESTADO DO CEARÁ SOBRE O CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO, 1., **Anais...** Fortaleza, v.1, p. 155 - 183, 1996.
- ROCHA, I.P., RODRIGUES, J. Considerações sobre a produção mundial de camarão cultivado e a competitividade do Brasil. *Revista da ABCC*, v.3, p. 75-81, 2002.
- ROCHA, I.P., RODRIGUES, J. A carcinicultura brasileira em 2002. *Revista da ABCC*, v.1, p. 30-45, 2003.
- RODRIGUES, D.P., HOFER, E. Caracterização de espécies do gênero vibrio do ecossistema água ostra da baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista de Microbiologia*, v.4, n.17, p.332-338, 1986.
- RUANGPAN, L., DANAYADOL, Y., DIREKBUSARAKOM, S., FLEGEL, T.W. Lethal toxicity of *Vibrio harveyi* to cultivated *Penaeus monodon* induced by a bacteriophage. *Dis. Aquat. Org.* v. 35, p. 195-201, 1999.
- SAULNIER, D., HAFFNER, P., GOARANT, C., LEVY, P., ANSQUER, D. Experimental infection models for shrimp vibriosis studies: a review. *Aquaculture*, v. 191, p.133-144, 2000.
- SHIKE, H., DHAR, A.K., BURNS, J.C., SHIMIZU, C., JOUSSET, F.X., KLIMPEL, K.R., BERGOIN, M. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus of shrimp is related to mosquito Brevidensoviruses. *Virology*. v. 277, p.167-177. 2000.
- SONG, Y.L., CHEN, W., WANG, C.H. 1993. Isolation and characterization of *Vibrio damsela* infectious for cultured shrimp in Taiwan. *J. Invertebr. Pathol.* v.61, p. 24-31.

- SPANN, K.M., ADLARD, R.D., HUDSON, D.A., PYECROFT, S. B., JONES, T.C., VOIGT, M.O.C. Hepatopancreatic parvo-like virus (HPV) of *Penaeus japonicus* cultured in Australia. *Dis. Aquat. Org.* v. 31, p.239-241, 1997.
- SRH. Plano Estadual dos Recursos Hídricos: Diagnóstico. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Fortaleza, 403 pp, 1996.
- STROM, M.S., PARANIPYE, R.N. Epidemiology and pathogenesis of *Vibrio vulnificus*. *Microbes and Infection* , v. 2, p. 177-188, 2000.
- TACON, A.J. Aquaculture Production Trends Analysis. In: FAO - Review of the state of world aquaculture. Fisheries Circular. n. 886, 25 pp. 2003.
- THOMPSON, J.A., FRELIER, P.F. & LAWRENCE, A.L. Monitoring health and environment in U.S. shrimp farms. In: International Congress of Animal Hygiene, 8th, **Anais...** p. 121-124. 1994.
- UMBREIT, F.N., ISAZA, A.V. Principales enfermedades de camarones penaeidos en cultivo. In: Gomez, H.R., Romero, G.P., Lara, O.M. (Eds.), Fundamentos de Acuicultura Marina. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, México, p. 105-154. 1995.
- VANWYK, P. M. Bioeconomics of indoor shrimp Production Systems. *The New Wave, proceedings of the special session on sustentable shrimp culture.* Aquaculture. 1<sup>a</sup> ed., Louisiana :The World Aquaculture Society, p 44-56, 2001.
- VIEIRA, R.H.S.F., GESTEIRA, T.C.V., MARQUES, L.C., MARTINS, P.C.C., MONTEIRO, C.M., CARVALHO, R.L. *Vibrio* spp. e suas implicações sobre larviculturas de camarões marinhos. *Arq. Ciên. Mar*, v. 33, p. 107 - 112. 2000.

YANG, F., HE, J., LIN, X., LI, Q., PAN, D., ZHANG, X., XU, X. Complete Genome Sequence of the Shrimp White Spot Bacilliform Virus. *J. of Virology*, v. 75, p. 11811-11820, Vol. 75, 2001.

ZARAIN-HERZBERG, M., ASCENCIO-VALLE, F. Taura syndrome in Mexico: follow-up study in shrimp farms of Sinaloa. *Aquaculture*, v.193, p.1–9, 2001.