MARCELA LEITE DO NASCIMENTO

Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil

São Paulo
2013

MARCELA LEITE DO NASCIMENTO

Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Ciências.

Departamento:

Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientadora:

Profa. Dra. Evelise Oliveira Telles

De acordo: _____

Orientador (a)

São Paulo

2013

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2872
FMVZ

Nascimento, Marcela Leite do
Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil. / Marcela Leite do Nascimento. -- 2013.
86 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Área de concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Profa. Dra. Evelise Oliveira Telles.

1. *Litopenaeus vannamei*. 2. Análise de perigos. 3. Carcinicultura. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Análise de perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil", protocolado sob o nº 2990/2013, não utilizando animais, sob a responsabilidade do(a) Profa. Dra. Evelise Oliveira Telles, foi aprovado em reunião de 26/6/2013 e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research "Analysis of hazards associated with shrimp *Litopenaeus vannamei* in Brazil", protocol number 2990/2013, not using animals, under the responsibility Profa. Dra. Evelise Oliveira Telles, was approved in the meeting of day 6/26/2013 and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo.

São Paulo, 27 de junho de 2013.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: NASCIMENTO, Marcela Leite do

Título: Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Ciências.

Data : ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof (a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof (a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof (a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que permitiu que eu não desistisse e concretizasse esse sonho.

À minha mãe, Lindinalva, pelo carinho, educação e amor durante todo este trabalho.

Ao meu noivo, Peterson, que sempre esteve ao meu lado, apoiando e confortando meu coração nos momentos difíceis.

Às minhas queridas irmãs, Maria e Cecília, por serem minha fonte de equilíbrio emocional, com as quais me aconselhei, tendo tudo que precisei.

A todos os meus irmãos e familiares, que estão sempre ao meu lado, seja aplaudindo nos momentos felizes, seja compreendendo nos momentos difíceis, pois foi nessa hora que percebi quão importante eles são na minha vida, e conclui que família é como o alicerce com que se constróem pontes firmes e fortes.

À minha orientadora, Professora Evelise Oliveira Telles, que, com sua inteligência e compreensão, foi fundamental na concretização deste trabalho.

Aos meus queridos mestres, colegas e amigos do VPS que colaboraram na minha formação, em especial a Sandra Sanches, da qual obtive todo auxílio necessário nas diferentes etapas deste trabalho.

RESUMO

NASCIMENTO, M. L. **Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil.** [Analysis of hazards associated with *Litopenaeus vannamei* in Brazil]. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O objetivo deste trabalho foi identificar na cadeia produtiva do camarão *Litopenaeus vannamei* os perigos à saúde animal e à saúde pública e as respectivas medidas de controle, a partir de levantamentos bibliográficos. Os principais perigos à saúde animal identificados foram os vírus da Mancha Branca, Cauda Amarela, Mionecrose Infecciosa, síndrome da Taura e bactérias hepatonecrosantes dos camarões, que ocasionam grandes prejuízos para a cadeia produtiva, devido à queda da produtividade e às elevadas taxas de mortalidade. Esses perigos apresentam riscos à saúde animal, quando se mantêm viáveis nas plantas de cultivo, decorrente das práticas inadequadas de manejo sanitário e da queda de qualidade da água nos viveiros. Quanto aos riscos à saúde humana, alguns patógenos como: *Vibrio* spp, *Salmonella* spp e *Staphylococcus aureus* apresentam perigo se presente e viável no camarão contaminado. O uso abusivo e indiscriminado de metabissulfito de sódio em diferentes concentrações nas plantas de processamento, de contaminantes inorgânicos e resíduos de medicamentos veterinários nas criações podem resultar em níveis elevados de toxicidade aos animais e ao ambiente, precisando, consequentemente ser corrigido com a adoção de boas práticas de manejo do ambiente, implantação de vazão sanitário e estabelecimento de parâmetros microbiológicos e ambientais nos viveiros. Por ser uma atividade promissora para o desenvolvimento socioeconômico do país, é de extrema importância a adoção de medidas de controle destes perigos, que incluem a aplicação dos princípios das “Boas Práticas” e da “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle” no manejo ambiental e sanitário em todos os elos da cadeia produtiva, dos criatórios até o consumo.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*. Análise de perigos. Carcinicultura.

ABSTRACT

NASCIMENTO, M. L. **Analysis of hazards associated with *Litopenaeus vannamei* in Brazil.** [Análise dos perigos associados ao camarão *Litopenaeus vannamei* no Brasil]. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The objective of this study was to identify in the production chain of shrimp *Litopenaeus vannamei* the hazards to animal health and public health and their control measures, from the literature. The main hazards to animal health were identified: viruses White Spot, Yellow Tail, Infectious Myonecrosis, Taura syndrome and Hepatonecrotising bacteria of prawns, which promote large losses in the supply chain due to a drop in productivity and high mortality rates. They are considered dangerous to animal and human health, because they maintain viable pathogens in crop plants, resulting from inadequate health management practices and falling water quality in the ponds. In relation to chemical hazards, the indiscriminate use of sodium metabisulphite, inorganic contaminants and residues of veterinary drugs and pesticides can result in situations of high toxicity to animals and the environment, and must be controlled by adopting good environmental management practices, implementation of depopulation and the establishment of microbiological parameters and environmental conditions in nurseries. Physical hazards can be related to any failure in the process of industrialization and commercialization, in which the detection of foreign objects should be checked by visual inspection and the use of metal detectors. Since it is a promising socio-economic development of the country, it is extremely important to adopt measures to control these hazards, including the principles of " Good Practice" and "Hazard Analysis and Critical Control Points " in the management of environment and health in all links in the production chain, from the farms to the consumers.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*. Hazard analysis. Shrimp.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limites de tolerância a contaminantes inorgânicos em crustáceos.....	62
Quadro 2– Limites de tolerância a resíduos de medicamentos em sistemas de criação de <i>Litopenaeus vannamei</i>	65
Quadro 3– Exemplos de perigos físicos: lesões causadas e suas fontes	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABCC – Associação Brasileira dos Criadores de Camarão

APPCC – Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle

AR – Análise de Risco

CODEX – Codex Alimentarius

DIPOA – Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal

FAO – Food and Agriculture Organization

FDA - Food and Drug Administration

HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points (sigla em inglês para APPCC)

ICTV – Comitê Internacional Taxonomia de Vírus

IMN – Infectious Myonecrosis (sigla em inglês para Mionecrose Infecciosa)

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OMS – Organização Mundial da Saúde

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

PAN – Organização Pan- Americana de Alimentos

ppm = partes por milhão

ppt = partes por mil

RDC – Resolução de diretoria colegiada

RIISPOA – Regulamento Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

t = tonelada

TS – Taura Syndrome (sigla em inglês para Síndrome de Taura)

UFC = unidade formadora de colônia

WHO – World Health Organization

WSD – White Spot Disease (sigla em inglês para Doença da Mancha Branca)

YHD –Yellow Head Disease (sigla em inglês para Doença da Cabeça Amarela)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
4.1	O CENÁRIO DA CARCINICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO.....	18
4.1.1	A produção aquícola no Brasil e no mundo.....	18
4.1.2	Balança Comercial de Crustáceos	20
4.2	ORIGEM E SITUAÇÃO DA CARCINICULTURA.....	20
4.3	CADEIA PRODUTIVA DE <i>Litopenaeus vannamei</i>	22
4.3.1	Desenvolvimento Genético	24
4.3.2	Larvicultura	25
4.3.3	Engorda.....	26
4.3.4	Processamento/Industrialização	28
4.4	A MAIS IMPORTANTE ESPÉCIE CULTIVADA NO BRASIL	30
5	A IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E OS SISTEMAS DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS.....	31
6	A IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS NA CADEIA PRODUTIVA DE <i>Litopenaeus vannamei</i>	33
6.1	PERIGOS BIOLÓGICOS.....	33
6.1.1	Bactérias	33
6.1.1.1	Hepatopancreatite necrosante (NHP)	34
6.1.1.2	<i>Vibrio</i> spp.	35
6.1.1.3	<i>Staphylococcus aureus</i>	38
6.1.1.4	<i>Salmonella</i> spp	40
6.1.2	Vírus	41

6.1.2.1	Síndrome de Taura (TS)	41
6.1.2.2	Mionecrose Infecciosa (IMN)	44
6.1.2.3	Doença da Mancha Branca (WSD)	47
6.1.2.4	Doença da Cabeça Amarela (YHD)	50
6.1.3	Parasitas	52
6.1.4	Fungos	53
6.1.4.1	<i>Aspergillus</i> spp.	54
6.1.4.2	<i>Fusarium</i> spp.....	55
6.2	PERIGOS QUÍMICOS	56
6.2.1	Aditivos Alimentares	56
6.2.1.1	Metabissulfito de sódio	57
6.2.2	Contaminantes Inorgânicos	59
6.2.3	Alérgenos	62
6.2.4	Resíduos de Medicamentos	62
6.3	PERIGOS FÍSICOS	64
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

O interesse em desenvolver esta dissertação surgiu de minha experiência profissional dentro de uma indústria brasileira que cultiva e exporta camarões no estado do Ceará, Brasil na qual eu trabalhei por um período como responsável pelo controle de qualidade dos produtos que eram enviados da matriz para a filial. Ao perceber as dificuldades da cadeia produtiva em se manter operante no Brasil foi possível identificar os perigos que afetam a viabilidade comercial e econômica desta atividade no país.

A criação comercial de camarão no Brasil teve início na década de 1970, e a produção teve aumento significativo devido ao crescimento econômico, populacional e da demanda do consumidor por um alimento mais nutritivo e saudável (SEBRAE, 2008).

A carcinicultura, como é chamada a criação de camarão, tem se tornado uma atividade muito promissora no desenvolvimento econômico e social do Nordeste do Brasil. Apesar disso, alguns perigos estão associados ao produto, pois podem representar riscos à saúde pública e animal.

O camarão, que pertence à ordem Décapoda, pode ser marinho ou de água doce e obtido através de pesca extrativa (captura) ou de cultivo (carcinicultura). O camarão-sete-barbas e o camarão-rosa foram as espécies mais capturadas no Sul do Brasil em 2010, com 15.276 toneladas e 10.237 toneladas; respectivamente, estes valores representam 26,7% e 17,9% da composição total da produção por captura de crustáceos marinhos no Brasil (BRASIL, 2010). Já o camarão-branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), que é a espécie mais cultivada no Nordeste do país em 2010, particularmente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, responderam por 80% do total produzido pela aquicultura marinha entre 2008 e 2010 (BRASIL, 2010).

Segundo dados Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC, 2011), a produção de *Litopenaeus vannamei* foi introduzida no Nordeste do Brasil em 1988 a partir da importação de larvas e matrizes oriundas dos Estados Unidos e de países asiáticos, como Tailândia e China, as quais se mostraram adaptáveis às

mais variadas condições ambientais do nosso país. No entanto, a importação de larvas para seu uso como matrizes pode representar um risco em potencial de introdução de doenças exóticas no país. Para reduzir este risco, desde 1999 o Brasil regulamentou restrições quanto à importação de crustáceos de água doce ou salgada, em qualquer etapa do seu ciclo biológico (BRASIL, 1999).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2011), a cadeia produtiva de *Litopenaeus vannamei* se inicia nas Unidades de Maturação e de Desenvolvimento Genético, local em que as matrizes, na relação 1:1 (macho/fêmea), são tratadas em regime especial com controle de luz e temperatura. Entre 5 e 6 horas após o acasalamento, as fêmeas são transferidas para tanques de desova: onde ocorre a desova. Após a desova, os ovos são lavados e tratados contra fungos e bactérias e estocados em tanques específicos até a eclosão dos náuplios, após o que, os náuplios, ou larvas em seu primeiro estágio larval, são transportados para tanques de larvicultura. Durante a fase de larvicultura, as larvas recebem cuidados especiais quanto a alimentação, luz e características da água (pH, temperatura e oxigênio) para se fortalecerem para os próximos estágios de criação.

O tempo de duração dessa fase de cultivo é, em média, de 17 dias, dependendo da temperatura e do estado fisiológico das larvas ao longo do cultivo. Nesta fase, as larvas são criadas até atingirem um estágio de desenvolvimento adequado, quando se apresentam morfologicamente completas. (VIEIRA, 1996). Após esse período, os náuplios são transportados para tanques-berçários, onde ficam pelo período de 10 a 15 dias preparando-se para a fase de engorda, até atingirem tamanho comercial mínimo de sete centímetros (ABCC, 2011).

Em 1985 surge em Taiwan o primeiro relato de enfermidades nos sistemas de cultivo de *Litopenaeus vannamei*, e naquela época, o Brasil já se relacionava comercialmente com outros países do sudoeste Asiático, Estados Unidos e Equador. (SEBRAE, 2008). Só em 1999, o Brasil regulamenta, a partir da Normativa 39, de 04 de novembro de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a suspensão e restrição quanto a entrada de crustáceos oriundos de outros países em território nacional. Diante disso, produtores brasileiros se sentiram pressionados a iniciar o desenvolvimento genético a partir de pré-larvas selvagens

existentes nos tanques de cultivo, buscando consolidar e aperfeiçoar a viabilidade técnica e econômica desta atividade no país (BRASIL, 1999).

De 1999 a 2003, a carnicultura brasileira cresceu em ritmo acelerado, apresentando taxas superiores a 60% ao ano. Em 2003, a produção atingiu a marca de 58.455 t de camarão marinho, número este que caiu em 2004, devido a enfermidades, em particular aquela causada pelo vírus da Mionecrose Infecciosa (IMNV), que se espalhou rapidamente pelo Nordeste, o maior polo produtor do Brasil (SANCHES; PANNUTI; SEBASTIANI, 2008). A ocorrência de enfermidades nos cultivos ainda se apresenta como um desafio significativo à capacidade do Brasil em manter-se competitivo no mercado. A intensificação dos sistemas produtivos é a principal razão deste problema, pois favorece a rápida disseminação de doenças contagiosas. Entretanto, o cultivo em sistemas intensivos ou mesmo extensivos pode ser uma estratégia relevante para aumentar a capacidade de produção visto que, preservando-se as condições sanitárias e ambientais, o camarão torna-se um produto economicamente viável à exploração e competitivo com a intensificação dos sistemas de cultivo (ROCHA, 2003).

Uma parcela da produção industrial de camarão de cultivo da região Nordeste do Brasil é comercializada internamente e outra parcela é destinada a exportação. O aumento do preço de exportação de crustáceos entre os anos de 2009 e 2010, de US\$ 6,38/kg para US\$ 18,64/kg, representando 192% (BRASIL, 2010) refletiu positivamente na balança comercial de pescado brasileira, reforçando assim a importância dos crustáceos como produto promissor para o desenvolvimento social e econômico do país.

No Brasil, a carnicultura ainda é insuficiente para atender à demanda e, com o crescimento do consumo, faz-se necessário adotar medidas que tornem os produtos brasileiros competitivos e acessíveis a qualquer grupo de consumidores, visto que os crustáceos são nutritivos e essenciais para a saúde humana. Para isso, as fazendas e indústrias de alimentos precisam desenvolver ferramentas que possibilitem a utilização racional dos sistemas de cultivo, de forma a assegurar a sanidade do produto em todas as etapas da cadeia produtiva, com base em critérios científicos e padrões sanitários adequados a produção, comercialização e consumo.

Vale salientar que a Região Nordeste concentra o maior número de pescadores, com 372.787 registros, que representam 43,7% do total do país. A

proporção de gêneros entre os pescadores é similar, sendo 46,3% do gênero feminino e 53,7% do masculino (BRASIL, 2010). A partir destes dados, evidencia-se a importância social e econômica do crescimento desta atividade na região, que visa assegurar o sustento de muitas famílias com investimentos em melhorias da prática da atividade no Brasil.

Com a crescente procura por alimentação saudável, o pescado vem ganhando espaço na mesa do consumidor. No entanto, também pode contribuir para o aumento dos índices de agravos à saúde, pois, segundo o Ministério da Saúde, no período de 2000 a 2011 foram detectados 87 surtos envolvendo pescados, frutos do mar e conservas (BRASIL, 2011).

Salienta-se que a criação de camarão é uma atividade econômica importante, pois contribui para a fixação do homem no Nordeste brasileiro e melhora a distribuição geográfica da renda no país. Assim, o controle dos perigos é essencial para o fortalecimento da cadeia produtiva, tanto do ponto de vista de saúde animal e de saúde pública quanto de viabilidade econômica da atividade.

Atualmente, dois sistemas de gerenciamento de perigos na cadeia produtiva são amplamente estimulados para garantir a segurança do produto. A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC (HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points) é uma ferramenta produto-processo específica que é empregada em nível operacional no manejo e controle de perigos. A Análise de Risco - AR (RA - Risk Analysis), por outro lado, é uma ferramenta utilizada normalmente pelos governos em auxílio a processos de tomada de decisão de gerenciamento; também é usada no estabelecimento de critérios científicos em acordos internacionais de comércio de produtos. Em ambos, a Identificação dos Perigos e das Medidas de Controle é parte essencial dos sistemas.

2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho são identificar os perigos à saúde animal e saúde pública na cadeia produtiva do camarão *Litopenaeus vannamei* e reconhecer as medidas de controle aplicadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, uma pesquisa descritiva sobre o assunto foi realizada com base em dados disponíveis em fontes confiáveis, como SCIELO, banco de teses e dissertações da USP, BVS, Dedalus, Bireme, Medline, e em diretrizes e políticas que regulamentam a criação de *Litopenaeus vannamei* no Brasil e no mundo, destacando o Ministério da Saúde (MS), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), *Códex Alimentarius*, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), FDA (Food and Drug Administration), OMS (World Organization Health) e OIE (World Organization for Animal Health).

Com base na legislação sanitária e pesqueira que regulamenta a carcinicultura no Brasil, procurou-se identificar os perigos associados à saúde humana e animal que podem afetar a criação de camarão *Litopenaeus vannamei* no país e, a partir disso, reconhecer as medidas preventivas e sanitárias que são utilizadas no Brasil na identificação destes perigos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O CENÁRIO DA CARCINICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (2009), a aquicultura marinha no Brasil registra saldos negativos na balança comercial de pescados, destacando que a produção de crustáceos não é capaz de atender ao mercado exterior, nem de abastecer o mercado nacional. Este é um dos fatores que caracteriza a importância da exploração desta atividade no Brasil frente ao crescimento do consumo de crustáceos tanto no país quanto em outras partes do mundo.

4.1.1 A produção aquícola no Brasil e no mundo

De acordo com a FAO (2011), a produção aquícola brasileira teve início em 1968, a partir do qual apresentou crescimento gradual, atingindo o pico de produção em 2003, com 273.268 toneladas. Após pequena queda nos anos 2004 e 2005, a produção retomou o crescimento, registrando os maiores valores em 2008, 2009 e 2010, com 365.367 t, 415.649 t e 479.398 t, respectivamente. Atualmente, o Brasil ocupa a 17^a posição no *ranking* mundial, com aproximadamente 416 toneladas, registrando-se aumento do consumo *per capita* aparente de Pescado no país, pois em 2010 foi de 9,75 kg/hab.ano, correspondendo a um acréscimo de 8% em relação ao ano anterior. Desse total, 66% do pescado consumido foi produzido no próprio país (BRASIL, 2010). Diante deste crescimento pode-se dizer que o pescado vem se tornando um produto de grande importância para a economia do país.

A produção aquícola marinha brasileira pode ser dividida basicamente em dois tipos: a malacocultura, que se refere à produção de moluscos, e a carcinicultura, que se refere à produção de camarões. Desses, a carcinicultura, que concentra a maior parte da produção nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, foi responsável por cerca de 80% do total produzido pela aquicultura marinha entre 2008 e 2010. Dentre os camarões oriundos da pesca extrativa, destacamos o camarão-rosa e o camarão sete-barbas, cuja produção se concentra na Região Sudeste, com 26,7% da produção total de crustáceos marinhos no Brasil, sendo que Santa Catarina sozinha produziu 17,9% deste total (BRASIL, 2010).

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2010), dos crustáceos produzidos no Brasil, 61 % são destinados ao consumo nacional e 39 %, à exportação, sendo Estados Unidos, Espanha e França, os principais destinos.

No contexto mundial, os maiores produtores de pescados oriundos de cultivo em 2009 foram a China, com aproximadamente 60,5 milhões de toneladas, a Indonésia, com 9,8 milhões de toneladas, a Índia com 7,9 milhões de toneladas, e o Peru, com cerca de 7 milhões de toneladas.(BRASIL, 2010).

Entre 2008 e 2010, a aquicultura marinha apresentou um decréscimo de 5,1% relativo à sua participação na produção aquícola total nacional, contudo, no mesmo período, a produção de crustáceos aumentou aproximadamente 1,8 tonelada. Em 2010, a produção aquícola marinha nacional foi de 85.058 t, sendo o maior valor registrado nos últimos seis anos, o que indica uma recuperação da produção após as perdas ocorridas em 2009 devido às oscilações de fatores climáticos que influenciaram a produtividade das áreas de carcinicultura da Região Nordeste (BRASIL, 2010).

O Brasil tem grande potencial para a criação de *Litopenaeus vannamei*, especialmente em alguns estados do Nordeste devido a boas condições climáticas, a alta adaptabilidade da espécie à salinidade, pH e densidade da água adequados. Pode-se assim, salientar a importância desta atividade para o desenvolvimento socioeconômico dessa região, que responde por 32,5% da produção nacional de pescados e 80% da produção de crustáceos (BRASIL, 2010).

4.1.2 Balança Comercial de crustáceos no Brasil e no mundo

De 2006 a 2009, a balança comercial nacional de pescados vem registrando saldos negativos tanto em valores comerciais quanto em volumes de mercadoria e, mesmo com uma supervalorização do preço dos crustáceos exportados, este déficit permanece. A fim de contribuir para amenizar o déficit estrutural da balança, o MPA tem investido em ações para melhoria da produção, principalmente por meio da implantação de parques aquícolas continentais e marinhos (BRASIL, 2010).

Nesse mesmo período observa-se certa estabilidade da taxa de consumo de produtos nacionais e importados, cerca de 70% e 30%, respectivamente. Em 2010, a participação da produção nacional no consumo caiu para 66%, enquanto a da importação elevou-se para 34%. Isso enfatiza a necessidade de investimentos na atividade e no desenvolvimento de novas tecnologias bem como de pesquisas sobre doenças em cultivos. (BRASIL, 2010).

4.2 ORIGEM E SITUAÇÃO DA CARCINICULTURA

O cultivo de *Litopenaeus vannamei* teve sua origem no Sudoeste da Ásia no início da década de 1930, em que pescadores artesanais construíam tanques nas zonas costeiras para aprisionar pós-larvas selvagens que habitavam o estuário da região (NASH, 1990).

Em Taiwan, Filipinas e Indonésia, o camarão era cultivado como subproduto da criação de peixes, ou seja, as pós-larvas selvagens de camarão se constituíam alimentos para os peixes que habitavam as partes mais rasas dos criadouros (NASH, 1990).

Esta atividade se manteve artesanal por muito tempo até que o Japão iniciou o processo de desenvolvimento genético a partir de uma espécie selvagem (*Penaeus Japonicus*), porém não obtiveram desenvolvimento significativo das larvas na costa japonesa, devido às condições de topografia, ao clima frio em boa parte do ano e ao elevado custo para neutralizar ou reduzir os efeitos ambientais negativos causados pela exploração da atividade no país (SEBRAE, 2008). A partir disto, países como China, Taiwan, França e Estados Unidos iniciaram desenvolvimento de pesquisas científicas e validações tecnológicas sobre o cultivo do camarão, pois perceberam que o nível de rentabilidade do negócio poderia atrair investidores para a região (NASH, 1990).

No período de 1975 a 1985, com a reprodução em laboratório, a cultura atraiu grandes investidores, consolidando os negócios. Na Ásia, houve crescimento da produção do camarão *Litopenaeus vannamei* em países como China, Taiwan, Indonésia, Filipinas e Tailândia (NASH, 1990).

Na América Latina, graças às condições ambientais favoráveis, o Equador tornou-se o principal país produtor do Ocidente, e entre 1988 e 1989, o Brasil começou suas primeiras pesquisas de viabilidade técnica e econômica do cultivo do crustáceo (SEBRAE, 2008).

No final da década de 1980, segundo Sebrae (2008), começaram a surgir os primeiros casos de doenças virais em cultivos, e em Taiwan ocorreu o primeiro caso confirmado de doença da Mancha Branca. A rápida disseminação da doença nos sistemas de cultivo está associada ao número elevado de fazendas de criação de camarão na mesma região, ao aumento da densidade animal nos viveiros e ao excesso de matéria em decomposição no fundo dos viveiros. (SEBRAE, 2008).

4.3 CADEIA PRODUTIVA DE *Litopenaeus vannamei*

Segundo a Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC, 2011), os sistemas de criação de camarão são classificados em: extensivo, semi-intensivo e intensivo.

No sistema extensivo, o camarão é criado em densidades baixas (máximo de 3 juvenis/m²) e se alimenta do fitoplâncton que cresce no viveiro; a renovação da água geralmente é feita pelo mar ou pelos rios, e não há controle da qualidade da água, nem do solo (ABCC, 2011).

No sistema semi-intensivo, em razão do aumento da densidade (3 a 150 juvenis/m²), o criador é obrigado a alimentar o animal com rações balanceadas. A renovação da água é feita através de bombeamento e já existe um controle de parâmetros, como oxigênio dissolvido na água, salinidade, pH e condições do solo (ABCC, 2011).

No sistema intensivo, com densidades de 150 a 250 juvenis/m² (SEIFFERT et al., 2003), as populações de microcrustáceos devem ser alimentadas com rações balanceadas de boa qualidade para suprir a deficiência da oferta de alimentos naturais. De acordo com Kubtiza (2003), a manutenção da qualidade da água em sistema de aeração ininterrupta durante todo o período de cultivo é de importância vital para garantir a concentração de oxigênio dissolvido na água acima de 5 mg/L (BOYD, 2002), e consequentemente, a qualidade de vida no viveiro. Segundo Ribeiro (2001), o oxigênio é o gás mais importante para os organismos aquáticos e sua concentração pode sofrer variações continuamente durante o dia, devido aos processos físicos, químicos e biológicos. Os viveiros são projetados de forma que a água circule o máximo possível, evitando a estratificação e a formação de áreas mortas.

Quanto ao pH, segundo Van Wyk (1999), os valores normais encontram-se entre 7 a 9, porém, segundo Kubtiza (2003), o camarão *Litopenaeus vannamei*

suporta variações de pH maiores que isso. Para Boyd (2002), a faixa de pH para um crescimento ideal de camarões é de 6 a 9.

De acordo com estudos realizados pelo Instituto da Pesca (COUTO, 2007), estes valores de pH da água podem sofrer variações bruscas ao longo do dia, e em águas salobras e estaurinas, usadas no abastecimento de fazendas de camarões, deve ser tamponadas, o que faz com que o pH raramente seja inferior a 6,5 ou superior 9,0.

Segundo Boyd (2002), a temperatura ideal para espécies cultivadas em águas tropicais é de 25°C a 32°C, visto que qualquer variação desta pode potencializar efeitos químicos e biológicos na criação. Em geral, o ritmo das reações químicas e biológicas dobra a cada 10°C de aumento de temperatura na água. Isso significa que organismos aquáticos, num ambiente a 30° C, consomem uma quantidade de oxigênio dissolvido até duas vezes maior que a mesma consumida no mesmo ambiente a 20° C.

A salinidade é definida como a concentração total de íons sódio, cloreto, potássio, cálcio, magnésio, sulfato e bicarbonato dissolvidos na água, e na aquicultura pode ser mensurada em partes por mil (ppt), sendo ideal para *Litopenaeus vannamei* quando atinge valores entre 15 e 25 ppt (BOYD, 2002). Mesmo com grande tolerância a variações deste parâmetro, o camarão pode sofrer impactos negativos quando ocorrer redução rápida da salinidade e esta estiver associada a baixos valores de pH (BARBIERI; NETO, 2001).

Segundo Whiurmann e Worker (1948), a forma mais tóxica da amônia é a não ionizada, a qual é resultante da excreção dos organismos aquáticos. Kubtiza (2003) relata que a amônia é um metabólito proveniente da excreção nitrogenada de peixes e camarões, bem como da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimentos, fezes e adubos orgânicos). No entanto, se a amônia conseguir se difundir através das membranas celulares das brânquias dos camarões, sendo considerada assim a forma tóxica, ocasionará redução do crescimento dos camarões pela degradação da ração não consumida. Por isso, recomenda-se a retirada periódica do material sólido da água e a limpeza do filtro de sólidos, a fim de evitar o início da decomposição desse material orgânico.

Para o bom desempenho no sistema intensivo, isto é, para que não haja limitação do crescimento dos camarões, é necessário que a concentração de amônia seja mantida em valores baixos (LIN et al., 2002). Segundo Jiang Yu e Zhou (2004), valores elevados de concentração de amônia podem contribuir para a baixa do sistema de imunidade, reduzindo assim, as chances de sobrevivência dos camarões.

A toxicidade do nitrito não é um problema tão sério para os camarões quanto é para os peixes, pelo fato de o sangue dos camarões conter hemocianina, ao invés de hemoglobina, como pigmento transportador de oxigênio. Adicionalmente, a água de viveiros de cultivo de camarões marinhos geralmente contém altas concentrações de íons cloreto, que competem com o nitrito pelos receptores localizados nas células branquiais, reduzindo a absorção do nitrito (KUBITZA, 2003).

4.3.1 Desenvolvimento Genético

Segundo Nash (1990), até meados de 1970, o acasalamento e a desova de camarões em cativeiro apresentavam pouco sucesso. Nessa época, as larvas de camarão criada em viveiros eram obtidas a partir da captura de fêmeas selvagens acasaladas, que liberavam seus ovos geralmente dentro de 24 horas após a captura. Com essa técnica, chamada de “terceirização, os estoques das espécies desejadas estavam disponíveis a partir das águas locais de captura.

O cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei* foi introduzido no Brasil em 1988, a partir da importação de larvas e matrizes oriundas dos Estados Unidos e de alguns países asiáticos, como Tailândia e China, as quais se mostraram adaptáveis às condições climáticas do Nordeste do país (ABCC, 2011). Nesse ano, a produção mundial atingiu 450 mil toneladas.

No final dos anos 80 surgiram as primeiras doenças provocadas por vírus em cultivos, sendo registrado e confirmado o primeiro caso de Doença da Mancha Branca em Taiwan (SEBRAE, 2008).

Após a proibição da importação de crustáceos (BRASIL, 1999), foi preciso fazer o cultivo de larvas em laboratório a partir de espécies disponíveis, resultando numa maior variabilidade genética. A esse fato é creditado um aumento da susceptibilidade a doenças e redução do crescimento do camarão no país. (ROCHA, 2011).

Na tentativa de aumentar a variabilidade genética, a seleção de reprodutores é geralmente realizada de forma aleatória, ou seja, os camarões são selecionados e transportados de diferentes tanques das fazendas para as incubadoras.

Segundo Rocha (2008), o desenvolvimento genético dos camarões inicia-se nas Unidades de Maturação, onde os reprodutores são mantidos em regime de cultivo especial, em tanques circulares com controle de luz e temperatura, e na densidade de 80 a 100 camarões por tanque, obedecendo a uma relação de 1 macho para 1 fêmea, com água e aeração constante e alimentados seis vezes ao dia.

Em decorrência do processo natural de acasalamento, entre 10 e 12% das fêmeas estocadas apresentam-se fecundadas diariamente, sendo transferidas para os tanques de desova. A desova ocorre entre 5 e 6 horas após o acasalamento. Os ovos são tratados com substâncias bactericidas, sendo estocados em tanques, sob intensa aeração, até a eclosão dos náuplios, que então são transferidos para os tanques de larvicultura.

4.3.2 Larvicultura

Segundo Rocha (2011), na fase de larvicultura, as larvas recebem cuidados especiais quanto à alimentação, controle de temperatura e níveis de oxigênio, amônia, nitrito e pH, tendo em vista superar os desafios das diversas metamorfoses que ocorrem nessa fase de cultivo.

A alimentação na fase larval, que se inicia no estágio de Z1, tem como base as microalgas e é complementada por alimentos microcapsulados.

Cada tanque de larvicultura deve receber náuplios de uma única espécie, estocados em uma densidade média de 70-80 indivíduos por litro (mínimo 50 e no máximo 100). Assim definida a densidade, o número de náuplios que um tanque poderá receber dependerá de seu volume de água inicial (6.000 a 10.000 litros). Alterações quanto à densidade e número de náuplios por tanque estão associadas diretamente aos resultados de produção de náuplios na fase de maturação, podendo variar de 50 a 600 g no período de 24 horas (VIEIRA, 2010). No período de 17 dias, as larvas passam por três estágios de desenvolvimento morfológico, a saber, Náuplio, Zoea e Misis, até atingirem o estágio PL (pós-larva), quando já podem ser transferidas para os tanques-berçários (VIEIRA, 2010).

As pós-larvas em seu estágio, cuja taxa de sobrevivência é de 60 a 70%, são separadas por tamanho, contadas e acondicionadas em sacos plásticos/caixas de isopor, contendo água, oxigênio e náuplios de *Artemia* recém-eclodidos e desencapsulados. Essas pós-larvas assim acondicionadas, são transportados por via terrestre ou aérea para tanques-berçários nas unidades de cultivo.

A utilização de tanques-berçários tem por finalidade melhorar o processo de aclimatização das pós-larvas, permitindo que estas se desenvolvam melhor e se fortaleçam para enfrentar os desafios da fase de engorda. Nesse período de cultivo (10 a 15 dias), as pós-larvas, estocadas numa densidade de 20 a 30 exemplares/10/L, são mantidas sob aeração constante, com alimentação de 2 em 2 horas. Desse modo, com a adoção de um apropriado manejo e a utilização de rações adequadas, obtém-se uma sobrevivência média da ordem de 90% (ROCHA, 2003). De acordo com os dados da FAO (1997), uma fêmea da espécie *Litopenaeus vannamei* com peso variando entre 60 e 130 gramas chega a liberar de 60.000 a 200.000 ovos a cada ciclo reprodutivo. As pós-larvas ficam até a fase juvenil nos tanques-berçários, proximadamente 50 dias; e após esse período são transferidas aos viveiros de engorda, onde permanecem por mais 100 dias.

4.3.3 Engorda

Nesta fase, as larvas de *Litopenaeus vannamei* são criadas em viveiros até atingirem o tamanho comercial ideal, considerado entre 7 e 25 gramas (ABCC, 2008).

Os viveiros de engorda devem ter preparados com antecedência a fim de evitar a possibilidade de contaminação, reduzir a matéria orgânica, elevar o pH e favorecer o desenvolvimento de comunidades bacterianas. Em seguida, abastecidos com água filtrada, os tanques são povoados com as larvas, obedecendo à densidade de 20 a 70 indivíduos/m², as quais serão cultivadas pelo período de 70 a 150 dias até atingirem tamanho comercial ideal (ROCHA, 2011).

Diariamente, todas as sobras da alimentação anterior devem ser retiradas, evitando-se que a sua degradação cause estresse e efeitos adversos ao ambiente de cultivo. Também deve ser realizado diariamente controle dos parâmetros físico e químicos (temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, pH, nitrito e amônia) e biológicos (fictoplâncton, zooplâncton e zoobentos) da água, o que permite a adoção de manejos corretivos a partir de controles físicos, químicos e biológicos a fim de assegurar a manutenção de um ambiente saudável e ecologicamente equilibrado (ROCHA, 2003).

Semanalmente também são realizadas análises de biometria, que permitem acompanhar o desenvolvimento e desempenho zootécnico dos camarões, gerando assim, informações para intervenção preventiva, se necessário. Após atingir o tamanho comercial ideal, os camarões são analisados quanto à consistência da carapaça, que deve estar aderida ao corpo, dura e firme e, em caso positivo dá início à despesca, que ocorre preferencialmente à noite, em razão da movimentação dos camarões e da temperatura amena, objetivando reduzir estresse e melhorar a qualidade final dos camarões despescados (ABCC, 2011).

A operação de despesca é realizada com redes *bag net* (manual) ou por meio de máquinas (mecânica), colocadas na parte posterior da comporta de drenagem, onde os camarões são retidos e, de tempo em tempo (manual) ou continuamente (mecânica), colocados em monoblocos plásticos e imersos em uma mistura de água, gelo e metabissulfito de sódio em concentrações que podem variar entre 1,25 e 9,00% combinadas com tempos de exposição entre um e 30 minutos são relatados como suficientes para conservar o produto, visto não haver

padronização para esta prática (GÓES, 2005). Após esse tratamento, são acondicionados em caixa com gelo e transportados em caminhões isotérmicos para a indústria de processamento, ou são embalados em caixas isotérmicas, contendo gelo, seguindo para o mercado local ou seguem para as indústrias de beneficiamento e industrialização (ABCC, 2008).

4.3.4 Processamento/Industrialização

Nas indústrias de processamento, exemplares de camarões são amostrados e submetidos a análise sensorial de qualidade, para assegurar os padrões descritos no RIISPOA (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal) (BRASIL, 1952) que são: carapaça bem aderente ao corpo, superfície brilhante e úmida, coloração própria à espécie sem nenhuma pigmentação estranha, olhos vivos e destacados, cheiro próprio e suave, e corpo em curvatura natural, rígida e artículos firmes e resistentes. Uma vez amostrados, os camarões são armazenados em câmaras frias.

Ao serem liberados para beneficiamento, os camarões passam pelo separador de gelo, que contém água gelada e hiperclorada (temperatura inferior a 5°C e teor de cloro residual acima de 10ppm), após o que são transportados por esteiras para a plataforma de lavagem e inspeção, quando são retirados os materiais estranhos e os camarões danificados ou que estão fora dos padrões de consumo. Conforme caracterizado no RIISPOA (BRASIL, 1952), é considerado impróprio para o consumo o camarão que esteja com aspecto repugnante, mutilado, traumatizado ou deformado; que apresente coloração, cheiro ou sabor anormais; portador de lesões ou doenças microbianas que possam prejudicar a saúde do consumidor; que apresente infestação muscular maciça por parasitas, que possam prejudicar ou não a saúde do consumidor; tratado por antisépticos ou conservadores não aprovados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA); proveniente de águas contaminadas ou poluídas; procedente de pesca realizada em desacordo com a legislação vigente ou recolhido já morto, salvo

quando capturado em operações de pesca; em mau estado de conservação; quando não se enquadrar nos limites físicos e químicos fixados para o pescado fresco.

Após esse processo, os camarões são transferidos, via esteira de nylon para a classificadora mecânica, que contém seis canais, cada um correspondendo a uma classe de tamanho, definido pela Instrução Normativa 457, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010) que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para Camarão Congelado a partir da tabela de classificação de camarão e plano de amostragem do CODEX - AQL, sendo então pesados, embalados em caixetas e colocados em túneis de congelamento. Os blocos congelados são retirados das estantes de congelamento e acondicionados em caixas-master, que são armazenadas nas câmaras de estocagem, de acordo com o tipo de produto, classificação, lote, data de fabricação. Sequencialmente, dependendo da demanda do setor comercial, estas são retiradas das câmaras de estocagem e transportadas para os centros consumidores, no Brasil e no Exterior (ROCHA, 2003).

Nas indústrias de transformação, o camarão a ser comercializado passa por um processo de congelamento e beneficiamento caracterizado pelo descabeçamento, descascamento, evisceração e limpeza. Após isso, as caixas-master seguem para câmaras refrigeradas, onde a temperatura é mantida abaixo de – 15 graus Celsius, conforme RIISPOA (BRASIL, 1952) até serem distribuídos por meio de caminhões e/ou navios para comercialização e consumo.

No último elo da cadeia produtiva encontra-se o consumidor cada vez mais exigente, que busca um alimento seguro e em níveis aceitáveis de qualidade e frescor.

4.4 A MAIS IMPORTANTE ESPÉCIE CULTIVADA NO BRASIL

O *Litopenaeus vannamei* é uma espécie de crustáceo decápode, ordem que inclui lagostas e camarões, pertencente à família dos peneídeos. É cultivada no Brasil por possuir grande resistência à variação de salinidade e temperatura, apresentar bom crescimento e ter exigências nutricionais em torno de 35% de teor proteico (ROCHA, 2003).

Do início da exploração desta atividade no Brasil até os dias atuais, a espécie pode ser considerada exótica, visto ser originária do Pacífico, onde é encontrada no litoral que se estende do México ao Peru (ROCHA, 2003).

5 A IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E OS SISTEMAS DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

Ao longo do século XX na área da segurança dos alimentos houve uma grande modificação na abordagem dos controles estabelecidos para garantir a saúde do consumidor. O tradicional sistema de segurança dos alimentos era reativo, com responsabilidades centralizadas no governo do país, e baseado na avaliação microbiológica de produtos finais. Devido às dificuldades de análise dos patógenos, a avaliação e o controle da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos e da água eram calcados principalmente na pesquisa dos microorganismos indicadores. Com o desenvolvimento das técnicas microbiológicas e a melhor compreensão da epidemiologia das doenças transmitidas por alimentos, perceberam-se as limitações intrínsecas dessa abordagem de controle (OPAS, 2001; OPAS, 2008).

A compreensão dessas limitações e a necessidade de garantir alimentos seguros à tripulação de naves espaciais foram determinantes para o aprimoramento das técnicas aplicadas à segurança dos alimentos e fizeram surgir o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC (HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points), que é baseado no conceito de proatividade, prevenção, responsabilidade compartilhada, integração e controle do processo de produção. Essa ferramenta é aplicada em âmbito operacional pelas próprias unidades de produção e processamento de alimentos para garantir que produzam um alimento seguro. É produto-processo específico e tem por princípio identificar, avaliar e controlar os perigos, em todas as etapas do fluxograma de produção, e também estabelecer estratégias sistemáticas, contínuas e documentadas para mantê-los sob controle (OPAS, 2011).

Com o desenvolvimento das relações de comércio internacional foi necessário implantar uma regulação comercial com bases científicas, o que levou a adoção da Análise de Risco – AR (Risk Analysis - RA) nos acordos desenvolvidos pela Organização Mundial da Saúde (OPAS, 2001; OPAS, 2008). Assim, a AR é uma ferramenta aplicada pelo governo, que visa identificar perigos e avaliar riscos no âmbito da cadeia produtiva regional ou nacional para minimizar riscos à saúde

humana e animal. A AR identifica um perigo, avalia a probabilidade e gravidade de sua ocorrência, estima o seu impacto e sugere as medidas para solucioná-lo.

Segundo o *Codex Alimentarius* (CODEX, 1996), Perigo (Hazard) é *“um agente biológico, químico ou físico ou propriedade de alimento que pode ter efeitos adversos para a saúde”* e Risco (Risk) *“é a função da probabilidade da ocorrência de um efeito adverso à saúde e da gravidade desse efeito, causado por um perigo ou perigos existentes no alimento”*.

Observa-se, pelo exposto, que a identificação dos perigos é parte essencial dos sistemas de gerenciamento da segurança dos alimentos.

6 A IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS DENTRO DA CADEIA PRODUTIVA DE *Litopenaeus vannamei*

Os perigos podem ser identificados, conforme a sua natureza, em biológicos, químicos e físicos, sendo o perigo microbiológico o que representa maior risco relativo à inocuidade dos alimentos, já que as bactérias podem se multiplicar e contaminar outros alimentos ou outras partidas, aumentando o risco (OMS;PAN, 2001).

A correta identificação destes perigos em todos os elos da cadeia produtiva da espécie *Litopenaeus vannamei* torna-se importante a partir dos potenciais efeitos tanto à saúde animal, quanto a humana.

6.1 PERIGOS BIOLÓGICOS

Os perigos biológicos são representados por microrganismos como: vírus, parasitas, fungos (micotoxinas), bactérias e toxinas bacterianas que frequentemente, estão associados ao ambiente de cultivo e processamento do camarão (OMS;PAN, 2001).

6.1.1 Bactérias

São organismos unicelulares, encontrados em todos os ambientes e transportados por água, vento, insetos, plantas, animais e pessoas (OMS;PAN, 2001).

É normal encontrar certo nível desses microorganismos na maioria dos alimentos crus mas, o armazenamento ou manipulação forem inadequados podem

contribuir para um aumento significativo desses microrganismos, aumentando o risco de ocorrência de efeitos indesejados ao consumidor (OMS;PAN, 2001).

6.1.1.1 Hepatopancreatite necrosante (NHP)

A hepatite necrosante NHP (Hepatopancreatite necrosante) é causada pela bactéria hepatopancreatite necrosante (NHPB), que é um agente etiológico pleomórfico, intracitoplasmático de bactérias Gram-negativas.

Segundo a OIE (2012), a maioria das espécies de peneídeos pode ser infectada com NHPB, incluindo as principais espécies cultivadas na América Latina, conhecidas como *Litopenaeus vannamei* (camarão-branco do Pacífico) e *Penaeus stylirostris* (camarão-azul do pacífico). Esta doença é comum também em camarões peneídeos selvagens no Peru e México (*Penaeus aztecus*, *Penaeus duorarum* e *Penaeus setiferus*) (LIGHTNER; REDMAN, 1994; AGUIRRE-GUZMAN et al., 2010).

A NHPB está presente nos estágios de vida juvenil, subadulto e reprodutores de *L. vannamei*, e pode causar agudas epizootias e mortalidade em massa (> 90%) (JOHNSON, 1990; LIGHTNER, 1996; MORALES-COVARRUBIAS, 2010).

Alguns membros de populações de *Litopenaeus vannamei* que sobrevivem a infecções por NHPB podem transmiti-la horizontalmente a outras populações (LIGHTNER, 2005; VINCENT; LOTZ, 2005; ANGUREN et al., 2006; MORALES-COVARRUBIAS, 2008). Também pode ocorrer transmissão natural por via oral ou por canibalismo (JOHNSON, 1990; FRELIER et al., 1993, 1995; LIGHTNER, 2005; MORALES-COVARRUBIAS, 2010). A transmissão por água contaminada também foi demonstrada (FRELIER et al., 1993; ARANGUREN et al., 2006; GRACIA-VALENZUELA et al., 2011).

Em *Litopenaeus vannamei*, é importante detectar infecção por NHPB na fase aguda da doença, geralmente catastrófica, com 100% mortalidade, o que causa grandes prejuízos econômicos e produtivos.

No México, em longos períodos de temperaturas elevadas (mínima 7°C e máxima 29°C) e de mudanças de salinidade (20-38%), as taxas de replicação da NHPB podem ser detectadas em baixa prevalência (7%) em fazendas de camarão nos meses de abril, maio, julho e agosto. No entanto, em setembro e outubro, quando as temperaturas são elevadas durante o dia e baixas à noite, observa-se alta prevalência (20%.) (MORALES-COVARRUBIAS, 2010). A NHPB também pode ser comumente encontrada em camarões peneídeos cultivados no Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru, Estados Unidos da América do Norte, e Venezuela (FRELIER et al., 1992; LIGHTNER, 1996; MORALES-COVARRUBIAS et al., 2011a).

A utilização dos antibióticos, como oxitetraciclina e florfenicol 50% a cada 8 horas por 10 dias é provavelmente o melhor tratamento para NHPB, particularmente se a doença é detectada na fase inicial (MORALES-COVARRUBIAS et al., 2011b).

A bactéria fica estável nos tecidos infectados dos animais contaminados após ciclos repetidos de congelamento-descongelamento. Mesmo congelada a temperaturas entre -20°C e -80°C, a NHPB tem se mostrado viável em ensaios experimentais com transmissão para *Litopenaeus vannamei* (FRELIER et al., 1992).

Após a constatação de um surto, as medidas preventivas, devem envolver a lavagem, remoção dos sedimentos dos fundos e secagem adequada dessas lagoas, verificação da distribuição de água pelos canais de distribuição, desinfecção dos utensílios de pesca e de todos os equipamentos utilizados no manejo com hipoclorito de cálcio (OIE, 2012).

Não há relatos desta infecção em humanos, apenas em animais (OMS, 2011).

6.1.1.2 *Vibrio* spp.

Vibrio spp. é uma bactéria gram-negativa, anaeróbia facultativa (VIEIRA et al, 2010) e é o principal responsável por infecções bacterianas em várias espécies de camarões (AUSTIN et al., 1995). A vibriose pode afetar todas as espécies de camarão que são cultivadas, e a infecção nesses animais pode ser tanto localizada ou septicêmica, pois afeta todos os órgãos e/ou tecidos, sendo encontrado no estômago, bânquias e cutículas de camarões selvagens e de cultivo (LIGHTNER, 1993; ROQUE et al., 2007). Se localizada pode apresentar lesões melanizadas na carapaça e/ou abscessos pontuais no hepatopâncreas.

Os camarões mortos se eventualmente ingeridos podem contaminar rapidamente outros indivíduos da população (NUNES; MARTINS, 2002). Por esta via de transmissão, a vibriose pode acometer todos os estágios de vida do camarão, causando até 90% de mortalidade nas fases de pós-larvas e juvenis (NUNES; MARTINS, 2002; MORALES-COVARRUBIAS et al., 2008).

As principais espécies do gênero *Vibrio* que representam risco ao cultivo de peneídeos são *Vibrio alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. campbellii*, *V. carchariae*, *V. damsella*, *V. parahameolyticus*, *V. splendidus*, *V. vulnificus*, *V. harveyi* (LIGHTNER et al., 1996). Visto que nem todas as espécies são patogênicas, a maioria necessita de toxinas ou outros determinantes de virulência para causar doença (FAO, 2010).

Segundo Ligthner (1996), a vibriose é uma zoonose que pode acometer humanos devido à ingestão de crustáceos crus ou mal cozidos, a contaminações cruzadas ou o abuso de tempo/temperatura de pescados cozidos, provocando desde gastroenterites até quadros graves de septicemia (FAO, 1997). Nos Estados Unidos, até 1997, a ocorrência da doença em humanos era normalmente associada ao consumo de caranguejos, ostras, camarões e lagosta crus ou mal cozidos. (OLIVER; KAPER, 1997).

Foi demonstrado que os víbrios são capazes de responder a condições ambientais adversas, mantendo-se infectantes mesmo na condição CVNC – célula viável, mas não cultivável. Essa condição ocorre quando as bactérias são expostas a situações indesejáveis de salinidade e de temperatura ou a privação de nutrientes, podendo ser danificadas reversivelmente, não são detectáveis pelos métodos bacteriológicos padrões (VIEIRA et al., 2010). Contudo, quando lhes são proporcionadas condições ótimas para a sua proliferação, podem voltar ao estado “cultivável” normal (HUSS et al., 1993).

De acordo com a FAO (1997), a dose mínima infectante para o homem é alta: $>10^6$ por grama de produto.

Em temperaturas apropriadas (37°C) e em condições ótimas, a multiplicação dos vibrios pode ser muito rápida, têm observados tempos de geração tão curtos como 8–9 minutos. Em temperaturas mais baixas, as taxas de proliferação são reduzidas, mas foi referido por Bradshaw et al. (1984) que concentrações iniciais de *V. parahaemolyticus* da ordem de 10^2 UFC/g, em camarão homogeneizado, aumentavam até 10^8 UFC/g após 24 horas na temperatura de 25°C. Estes resultados demonstram que uma refrigeração apropriada é essencial para controlar a multiplicação do agente na microbiota do camarão (FAO, 2010). Os vibrios, quando presentes na microbiota do camarão, sobrevivem na temperatura mínima 5°C e na máxima 37°C (HUSS et al., 1993). Segundo Mitscherlich e Marth (1984), o *V. cholerae* pode sobreviver até 180 dias em camarão congelado.

O desenvolvimento de bactérias mesófilas, em particular as do genero *Vibrio*, é favorecido na região Nordeste do Brasil por conta das altas temperaturas e da baixa amplitude térmica. Todas as espécies pertencentes ao genero *Vibrio* são típicas de ambientes marinhos e estuarinos, com necessidade de 2 a 3% de NaCl para o seu crescimento, e de pH ótimo entre 7,8 e 8,5 (HUSS, 1993; BARBIERI et al., 1999), e isso é particularmente considerado importante pelas fazendas de carcinicultura que utilizam a água dos estuários para o cultivo.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) não estabelece padrões microbiológicos para *Vibrio* em camarões.

Por se tratar de um problema emergente vinculado à presença do patógeno na microbiota natural do camarão e a contaminação das águas dos viveiros, produtores e governo deveriam se preocupar com a ocorrência e propagação da doença, uma vez que algumas espécies de *Vibrio* como, *V. cholerae* e *V. Parahaemolyticus* podem acometer humanos e animais. De acordo com relatório do Ministério da Saúde, no período de 2000 a 2011 sobre doenças transmitidas por alimentos (BRASIL, 2011) foram referidos dois surtos com *V. cholerae* tipo 01 e quatro com *V. parahaemolyticus*. Visto que estes surtos não possuem relação específica com os crustáceos, a baixa representatividade epidemiológica destes surtos no Brasil não é coerente com o potencial de disseminação e propagação deste patógeno nos sistemas produtivos.

6.1.1.3 *Staphylococcus aureus*

Não foram encontradas informações sobre doença causada por estafilococos em camarões, mas este agente tem importância para a saúde pública e a contaminação deste crustáceo por falhas das Boas Práticas; higiene deficiente, presença de animais e contaminação cruzada (PAN;OMS,2001). Isso porque o habitat natural desse agente são as mucosas oral e nasal e a pele do homem e dos animais. A proporção de portadores humanos pode atingir 60% dos indivíduos saudáveis, e 25 a 30% da população, em média, são portadores de estirpes produtoras de enterotoxinas (FAO, 1997).

Segundo a FAO (1997), a doença causada por *S. aureus* é uma intoxicação. Os sintomas habituais nos humanos, que podem aparecer dentro de duas a quatro horas após o consumo de produtos contaminados, incluem náuseas, vômitos e, por vezes, diarreia. Os sintomas persistem, em geral, por 24 horas, mas, em casos graves, a desidratação pode levar ao choque e ao colapso.

Em 1999 (Nascimento et al, 1999), estudos realizados em amostras de camarão *in natura* em Pernambuco e em Santa Catarina, relataram a ocorrência de *S.aureus* em 50% das amostras de camarão, excedendo ao padrão estabelecido pela Anvisa, que é da ordem de 10^3 e de $5,0 \times 10^2$ UFC/g (BRASIL, 2001).

Vieira et al (2011), ao analisar 30 amostras de camarões frescos em São Luis (MA), também relatou a ocorrência deste patógeno em 40% das amostras coletadas, ou seja, as amostras apresentavam índices de *Staphylococcus* coagulase positiva superiores aos limites estabelecidos pela Anvisa para o patógeno.

Estes estudos, evidenciam manipulação inadequada na captura e/ou processamento e exposição em condições adversas quanto ao tempo/temperatura. (NASCIMENTO et al, 1999;VIEIRA et al, 2011)

Segundo Vieira et al. (2011), a detecção de *Staphylococcus* coagulase positiva em camarões comercializados *in natura* no Brasil já fora relatada anteriormente, concluindo-se que um provável despreparo por parte dos manipuladores de alimentos seja uma das principais causas da ocorrência desse grupo bacteriano no crustáceo avaliado. Do mesmo modo, segundo Dams et al.

(1997), a melhoria da qualidade dos crustáceos depende, dentre outros fatores, de práticas adequadas de higiene pelos manipuladores, além de instalações e utensílios higienizados.

Por ser um organismo mesófilo, o *S. aureus* necessita de temperaturas mais altas para produzir enteroxinas patogênicas (entre 10 e 46° C) do que para se multiplicar (10 ° C), ressaltando-se que a toxina produzida é termoressistente (FAO, 1997).

Como as características intrínsecas do camarão constituem condição ótima para o desenvolvimento de *S.aureus* e a contaminação do produto é provável em qualquer etapa do processamento, o controle das condições extrínsecas, em especial do tempo e temperatura de armazenamento, é fundamental para a mitigação do risco de produção da toxina no produto. Uma vez que a toxina for produzida em quantidade suficiente, mesmo o cozimento adequado não reduzirá o risco de transmissão da doença, embora possa eliminar as células da bactéria.

Segundo Santana (2010), quando a população de *S. aureus* está acima 10⁵ UFC/g, a toxina produzida no alimento atinge níveis que causam sintomas em humanos. Nos crustáceos mal cozidos ou contaminados durante ou após a manipulação e ou armazenamento, o *S.aureus* não vai proliferar se forem mantidos boas condições sanitárias e controle da temperatura, pois estes são requisitos fundamentais para evitar a contaminação, a proliferação e a produção de toxinas, particularmente em pescado pré-cozido (FAO, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da RDC 12 (BRASIL, 2001), estabelece padrão microbiológico para *Staphylococcus coagulase positiva* em camarões da ordem de 5,0 x 10² UFC/g.

Segundo dados epidemiológicos das doenças transmitidas por alimento, publicados pelo Ministério da Saúde no período de 2000 a 2011 (BRASIL, 2011), registraram-se 799 surtos ocasionados pelo agente etiológico *S. aureus* e 87 ocasionados pelo grupo de alimentos: pescados, frutos do mar e processados. Diante disto, conclui-se, que este agente etiológico apresenta grande importância epidemiológica.

6.1.1.4 *Salmonella* spp.

Pertencente à família *Enterobacteriaceae*, o gênero *Salmonella* tem apenas duas espécies (*S. enteritidis* e *S. bongori*) e mais de 2000 serovares, estando distribuídas geograficamente por todo o mundo. São encontradas, principalmente, nos intestinos do homem e dos animais e em ambientes poluídos com excrementos humanos ou animais. Não ocorrem no trato digestório dos peixes, moluscos e crustáceos, os quais podem se contaminar após a pesca (FAO, 1999).

A sobrevivência na água depende de muitos parâmetros, tais como fatores biológicos (interação com outras bactérias) e físicos (temperatura). Rhodes e Kator (1988) demonstraram que tanto a *Escherichia coli* como a *Salmonella* spp. podem se multiplicar e sobreviver em ambientes estuarinos durante semanas, enquanto Jiménez et al. (1992) relata sobrevivência deste patógeno em ambientes tropicais de água doce.

Segundo pesquisas realizadas por Reily et al. (1992), os resultados obtidos em camarões oriundos dos sistemas de criação encontram-se frequentemente contaminados com *Salmonella*. No entanto, relata-se também que a presença de *Salmonella* em produtos derivados de camarão de aquacultura é principalmente de origem ambiental e resulta de baixos níveis de higiene ou de medidas sanitárias insuficientes no Brasil e no mundo (REILY et al., 1992). Phan et al. (2005) reportaram contaminação por *Salmonella* em 24,5% das amostras de camarão obtidas no comércio varejista do Vietnã, com predominância dos sorovares *S. Weltevreden*, *S. Tennessee* e *S. Dessau*.

Wan Norhana et al. (2010) afirmaram que a prevalência de *Salmonella* é maior em camarões frescos oriundos do varejo do que aqueles obtidos em plantas de processamento, posto que o controle da temperatura e da contaminação cruzada tende a ser mais rigoroso na indústria em todos os países. Salienta-se que, como os camarões são cozidos antes de serem consumidos, o risco à saúde é reduzido. Em alguns casos pode ocorrer contaminação cruzada na indústria de beneficiamento por falta de boas condições sanitárias ou por má qualidade da água (FAO, 2010).

A Anvisa estabelece ausência de *Salmonella* sp a cada 25g de produto como requisito de segurança alimentar para os crustáceos (BRASIL, 2001), visto que a dose infectante varia de acordo com sorovar, o tipo de produto alimentar e a susceptibilidade dos indivíduos (FAO, 1997)

Salienta-se que a *Salmonella* pode contaminar o camarão em qualquer etapa da cadeia produtiva, mas sua ocorrência é mais provável quando associadas a condições inadequadas de armazenamento e distribuição em relação a temperatura e à possibilidade de contaminação cruzada nas indústrias e nos produtos prontos para o consumo.

6.1.2 Vírus

Os vírus são microrganismos constituídos por ácidos nucleicos (DNA e RNA) revestidos por uma proteína e, precisam de uma célula viva para se multiplicar, para tanto, se utilizam das células de animais, plantas ou, até mesmo, de outros microrganismos para se multiplicar. Não se replicam e nem sobrevivem por longos períodos em alimentos, sendo simplesmente transportados por eles (PAN, 2001). Segundo OIE (2012), as principais doenças virais nos crustáceos *Litopenaeus vannamei* são: Síndrome de Taura (TS), Mionecrose Infeciosa (IMN), Doença da Mancha Branca (WSD) e Doença da Cabeça Amarela (YSD), dentre outras que causam grandes prejuízos, pois afetam diretamente a reprodução e o desenvolvimento dos animais nos sistemas de cultivo, ou seja, ocasionam danos à saúde animal.

6.1.2.1 Síndrome de Taura (TS)

A Síndrome de Taura (TS) é uma doença que ocorre em camarões peneídeos, causada por infecção com o vírus da síndrome de Taura (TSV) (LIGHTNER et al., 1996a; MARI et al., 1998; FAUQUET et al., 2005). Segundo o Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (VAN REGENMORTEL et al., 2000),

este vírus pertence ao gênero *Aparavirus*, família Dicistroviridae, e se apresenta como partículas de 32 nm de diâmetro.

As principais espécies hospedeiras de TSV são os camarões peneídeos, destacando-se o camarão-branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, e o camarão-azul do Pacífico, *Penaeus stylirostris*. Outras espécies de peneídeos podem ser diretamente infectadas com TSV, mas permanecem assintomáticas (OIE, 2012).

O vírus da Síndrome de Taura está presente em todas as fases da vida de *L. vannamei*, ou seja, pós-larvas, jovens e adultos, consideradas as fases mais viáveis economicamente, exceto em ovos, zigotos e larvas (LIGHTNER, 1996a). Essa síndrome é conhecida como doença de berçário e ocorre entre 14 e 40 dias após estocagem das pós-larvas em tanques de engorda. Portanto, camarões com TS são tipicamente pequenos juvenis com pesos de 0,05 g a <5 gramas. Os que sobrevivem a infecções com TSV carregam o vírus durante toda a sua vida (BROCK et al., 1995; 1997; LIGHTNER, 1996a, b; LOTZ 1997b).

As principais fontes de infecção para o camarão sadio são as carcaças de camarões infectados (devido ao hábito do canibalismo) e a água contaminada com fezes de aves, como gaivotas (*Larus atricilla*) e galinhas (*Gallus domesticus*), o que sugere que o vírus pode reter infectividade após passar pelo trato gastrointestinal de qualquer espécie de ave, caracterizada como um vetor biológico importante (GARZA et al., 1997; VANPATTEN et al., 2004). Outro vetor é *Trichocorixa reticulata*, inseto aquático que se alimenta de carcaças de camarão em tanques de criação (LIGHTNER, 1995, 1996; BROCK, 1997). A transmissão vertical caracteriza-se por reprodutores que sobrevivem a infecções, podendo transmitir o vírus a sua prole (LIGHTNER, 1996b).

Em 1991, o TSV surgiu de uma fonte desconhecida no Equador, mas só foi reconhecido como causador da doença de criação do *L. vannamei* no início de 1992 (JIMENEZ et al., 1992; LIGHTNER, 1996a), quando esta se apresentou amplamente distribuída nas regiões de cultivo de camarão a partir da importação de reprodutores infectados, e os surtos se espalharam para o continente asiático, em países como Taiwan e China, e depois para a Tailândia, Indonésia e Coreia (LOTZ et al., 2005; NIELSEN et al., 2005; TANG; LIGHTNER, 2005; WERTHEIM et al., 2009).

Atualmente, a doença causada pelo TSV é enzoótica em camarões peneídeos cultivados na costa do Pacífico da América, do Peru ao México, e tem sido ocasionalmente encontrada em algumas populações selvagens de *Litopenaeus vannamei* na mesma região (LIGHTNER et al., 1995; LIGHTNER; REDMAN, 1998a). A presença de TSV também tem sido reportada em viveiros para estoque de peneídeos do Atlântico, Caribe, Golfo do México e costa das Américas, mas não há relatos em populações selvagens destas regiões (HASSON et al., 1999a; LIGHTNER 1996a, 2005, 2011).

Em 1999, a partir de pós-larvas infectadas de *Litopenaeus vannamei* oriundas de países sul-americanos (TU et al., 1999; YU; SONG, 2000), o TSV foi encontrado em amostras de camarão coletadas em mercados dos EUA. Desde sua introdução original, o vírus se espalhou devido aos movimentos de reprodutores e PL (pós-larvas) para a China, Tailândia, Malásia e Indonésia, sendo a provável causa de grandes disseminações com altas taxas de mortalidade de *L. vannamei* (NIELSEN et al., 2005; LIGHTNER, 2011). Em áreas de grande disseminação, a mortalidade típica cumulativa pode variar de 40 a 90% em populações cultivadas de PL e juvenil e nas fases de engorda. Já em linhagens genéticas resistentes ao vírus, as taxas de sobrevivência pode chegar a 100% (MOSS et al., 2001; LIGHTNER et al., 2009).

Estoques domesticados, a partir de linhagens genéticas resistentes ao vírus das espécies *L. vannamei* e *Penaeus stylirostris*, têm sido desenvolvidos para TSV-free, estando em uso generalizado pelas indústrias de camarão de cultivo das Américas e do Sudeste da Ásia (MOSS et al., 2001, WHITE et al., 2002). Após o aparecimento da doença na América Central, a resistência foi relatada em pós-larvas usadas nas fazendas de criação de camarões selvagens de *L. vannamei* capturados da região.

Algumas práticas de manejo têm sido aplicadas com sucesso para reduzir os riscos de infecções e a ocorrência do vírus durante a fase de engorda. Estas incluem o diagnóstico precoce usando a PCR (Reação em Cadeia Polimerase), para reprodutores contaminados e descartando aqueles com teste positivo para o vírus; realizando repovoamento de regiões com espécies TSV-livres (DIXON; DORADO, 1997); removendo crustáceos selvagens dos tanques de cultivo; filtrando a água dos

viveiros para eliminar possíveis vetores e contaminantes; trocando a água dos viveiros; e desenvolvendo, livres de patógenos (SPF), larvas de *Litopenaeus vannamei* e *Penaeus stylirostris* (LOTZ et al., 1995; MOSS et al., 2001; LIGHTNER, 2005).

A adoção de tecnologias para obtenção de larvas livres de patógenos provou estar entre as práticas de criação de maior sucesso na prevenção e controle da Síndrome de Taura. O desenvolvimento genético do SPF de *L. vannamei* livre não só de TSV, mas também de todos os principais patógenos conhecidos de camarões peneídeos, resultou na introdução da espécie na Ásia e sua superação frente a *Penaeus monodon* em 2005, que era a espécie dominante na criação de camarão na Ásia e nas Américas (ROSENBERRY, 2004; LIGHTNER, 2005; FAO, 2006).

Existem estudos que comprovam que o TSV não é capaz de infectar ou replicar-se em linhas de células de primatas ou humanos, ou seja, estes não são susceptíveis ao TSV (LUO et al., 2004).

6.1.2.2 Mionecrose infecciosa (IMN)

A mionecrose infecciosa (IMN) é uma doença viral de camarões peneídeos, causada por infecção com o vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) (POULOS et al., 2006), que é um nodavirus chamado *Penaeus vannamei* nodavirus - PvNV (TANG et al., 2007).

Após sequenciamento dos genomas completos de IMNV originários do Brasil e da Indonésia, verificou-se que 99,6% do genoma de ambos são idênticos no que se refere aos nucleótidos (POULOS et al., 2006, SENAPIN et al., 2007), sugerindo que o vírus da doença foi introduzido no Brasil pela Indonésia em 2006 a partir de larvas importadas.

O IMNV é aparentemente mais difícil de inativar com procedimentos de desinfecção, por exemplo, exposição ao calor e cloração, do que os outros vírus de camarões peneídeos, como vírus da síndrome da mancha branca (WSSV), vírus da

cabeça amarela (YHV), vírus da síndrome de Taura (TSV), hipodérmica infeccioso e vírus hematopoiética (IHHNV). Existem alguns hospedeiros suspeitos, mas nenhum foi documentado de forma consistente (OIE, 2012).

Os IMNV são conhecidas por causar surtos significativos de doenças e mortalidade em populações de *L. vannamei*, ocasionando grandes perdas econômicas e produtivas na criação (OIE, 2012).

As fases juvenis e subadultas do camarão *L. vannamei* cultivado em águas marinhas e em baixa salinidade da água salobra parecem ser mais afetadas pela doença (LIGHTNER et al., 2004; NUNES et al., 2004; POULOS et al., 2006; LIGHTNER, 2011). Os tecidos-alvo infectados por IMNV incluem músculos estriados (esquelético e com menos frequência cardíaco), tecidos conjuntivos, hemócitos e células do parênquima dos órgãos linfoides dos camarões (TANG et al., 2005, POULOS et al., 2006; LIGHTNER et al., 2011).

Alguns membros de populações de *L. vannamei* que sobrevivem a infecções por IMNV podem transportar o vírus para toda sua progênie (OIE, 2012).

Em 2003, pela primeira vez, a doença foi descrita em fazendas do Nordeste do Brasil que cultivam *Litopenaeus vannamei* e, por isto, os camarões peneídeos selvagens nativos da região podem ser informalmente considerados como hospedeiros (LIGHTNER et al., 2011).

Não existem relatos que comprovem o envolvimento de aves marinhas como vetores, no entanto, acredita-se que tanto o IMNV quanto o TSV podem manter seu poder infeccioso no intestino e nas fezes de aves marinhas. Neste caso, a transmissão ocorrerá a partir da ingestão de camarões moribundos e/ou de carcaças de camarões, portadores do vírus (VANPATTEN et al., 2004).

Na fase adulta dos camarões, em regiões onde a doença por IMNV é enzoótica, sua prevalência pode chegar a 100% (NUNES et al., 2004; ANDRADE et al., 2007). Os surtos de Mionecrose Infecciosa podem estar associados à elevada mortalidade súbita e a eventos estressantes, como captura por *castnetting* (redes de captura), alimentação e mudanças bruscas de temperatura ou de salinidade da água.

Na fase aguda da doença, o camarão apresenta extensas áreas de necrose brancas em músculos estriados (esquelético), especialmente nos segmentos abdominais distais e na cauda, que podem tornar-se necróticas e avermelhadas em alguns camarões. Camarões afetados com maior severidade tornam-se moribundos, e a alta mortalidade pode ocorrer imediatamente após um evento de estresse (POULOS et al., 2006; LIGHTNER, 2011).

Já existem relatos oficiais da ocorrência de Mionecrose Infecciosa no Nordeste do Brasil (LIGHTNER et al., 2004; NUNES et al., 2004; POULOS et al., 2006; ANDRADE et al., 2007) e no Sudeste da Ásia, exceto em países do Sudoeste Asiático.(SENAPIN et al., 2011).

O vírus da Mionecrose Infecciosa pode ser transmitido horizontalmente por canibalismo ou através da água, ou verticalmente, dos reprodutores para a progênie. Não é possível afirmar se a transmissão vertical ocorre via mecanismo transovariano, ou por contaminação da superfície de ovos recém-liberados (POULOS et al., 2006; LIGHTNER et al., 2011).

As taxas de mortalidades por IMN podem variar de 40% a 70% no cultivo de *L. vannamei* (ANDRADE et al., 2007), sendo os efeitos da oscilação de temperatura e salinidade considerados fatores predisponentes ao aumento da ocorrência dos surtos nos sistemas de criação (NUNES et al., 2004).

Existem relatos de que algumas linhagens genéticas selecionadas de *L. vannamei* têm maior sobrevida e apresentam melhor desempenho no cultivo onde IMN é enzoótica. Durante um estudo controlado de laboratório de 20 dias, em que os camarões foram testados com IMNV, algumas linhas domésticas de *L. vannamei* encontradas apresentaram maior sobrevida que outras linhas. Na Indonésia, algumas fazendas de camarão, como *P. monodon* e *P. stylirostris*, acreditam que estas espécies são mais resistentes à IMN que *L. vannamei* (TANG et al., 2005).

Algumas práticas de manejo têm sido aplicadas com sucesso na prevenção de infecções por IMNV em fazendas de camarão. A primeira delas foi a aplicação de PCR na triagem de reprodutores e/ou em seus ovos, descartando aqueles com teste PCR-positivo (ANDRADE et al., 2007). As práticas seguintes foram a realização do vazio sanitário e o repovoamento das fazendas afetadas ou

regiões com ações IMNV livres de *L. vannamei*, o desenvolvimento de estoques de larvas de *L. vannamei* livres de patógenos (SPF), e o estabelecimento de condições específicas mais adequadas à criação de camarão no local, que provaram ser as práticas mais bem sucedidas para a prevenção e o controle de IMNV em sistemas de cultivo (LIGHTNER et al., 2005, 2009; MOSS et al., 2009).

Não se conhecem relatos da doença em humanos, apenas em animais, ocasionando perdas econômicas e produtivas (OMS, 2010).

6.1.2.3 Doença da mancha branca (WSD)

A doença da mancha branca (WSD) é uma infecção ocasionada pelo vírus da síndrome da mancha branca (WSSV).

O WSSV foi atribuído pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV) como membro do *Whispovirus*, gênero da família Nimaviridae. É ovóide ou elipsóide na forma de bacilo, tem simetria regular e mede 80-120 nm de diâmetro e 250-380 nm de comprimento. Apresenta fios ou flagelos do tipo extensão (apêndice) numa das extremidades. Atualmente, embora tenham sido identificados vários isolados geográficos com variabilidade genotípica, todos eles são classificados como uma única espécie (vírus da síndrome da mancha branca) dentro do gênero *Whispovirus* (LO et al., 2012).

O vírus fica viável durante pelo menos 30 dias a 30 °C na água do mar em condições de laboratório (MOMOYAMA et al., 1998), e em tanques por, pelo menos, 3-4 dias (NAKANO et al., 1998). O vírus é inativado quando submetido por mais de duas horas a 50 °C e por um minuto a 60 °C (NAKANO et al., 1998).

Estudos em células primárias cultivadas *in vitro* e em pós-larvas (PL) mostram que o ciclo de replicação é de aproximadamente 20 horas a 25 °C (CHANG et al., 1996; CHEN et al., 2011).

O vírus pode infectar uma grande variedade de crustáceos aquáticos, especialmente decápodes, incluindo camarões marinhos, de água doce e salobra,

caranguejos e lagostas (MAEDA et al., 2000). Até o momento, nenhum crustáceo da ordem dos decápodes, marinho, de água doce ou salobra, foi relatado como resistente (FLEGEL et al., 1997; LIGHTNER et al., 1996; LO;KOU et al., 1998; MAEDA et al., 2000; STENTIFORD et al., 2009). Portanto, todos os estágios de vida dos camarões são potencialmente susceptíveis (LIGHTNER, 1996; VENEGAS et al., 1999).

Os melhores estágios de vida dos crustáceos para a detecção da doença são pós-larvas, jovens e adultos, em que a probabilidade de constatação pode ser aumentada pela exposição dos animais a condições de estresse, como, por exemplo, ablação do pedúnculo ocular, desova, muda e mudanças de salinidade, temperatura ou pH (OIE, 2012).

Nos animais, os principais alvos da infecção WSSV são tecidos de origem ectodérmica e mesodérmica de origem embrionária, especialmente o epitélio cuticular e tecidos conjuntivos (MOMOYAMA et al, 1994; WONTEERASUPAYA et al., 1995).

A infecção persistente que ocorre comumente ao longo da vida tem demonstrado (LO; KOU, 1998) que as cargas virais que se mantêm persistentes durante a infecção podem ser extremamente baixas, o que torna muito difícil sua detecção, até mesmo por métodos bastante sensíveis, como o PCR em tempo real (LO; KOU, 1998).

O vírus pode ser transmitido de um hospedeiro para outro e não precisa de um vetor biológico (LIGHTNER et al., 2011).

A infecção pode ou não causar doença (TSAI et al., 1999), dependendo de fatores relacionados com a tolerância da espécie e com causas ambientais. Uma dose adequada de partículas virais circulando na hemolinfa e tempo suficiente para que haja o desenvolvimento da doença, indicam que animais sensíveis à doença, mesmo apresentando cargas virais altas, podem ser ou não tolerantes ao desenvolvimento da doença (LO et al., 1997). Sendo assim, altas cargas virais, por si só, não causam doença ou mortalidade em todas as espécies suscetíveis.

A infecção pode ser transmitida verticalmente (trans-óvulo) ou horizontalmente, pelo consumo do tecido infectado, por exemplo, o canibalismo e a

predação, e pela água. A transmissão da infecção pode ocorrer a partir de animais aparentemente saudáveis ou assintomáticos. Os animais mortos ou moribundos podem ser uma fonte de transmissão da doença (LO; KOU, 1998).

A WSD foi identificado a partir de crustáceos na China, Japão, Coreia, Sudeste e Sul da Ásia, no Mediterrâneo (STENDIFORD; LIGHTNER, 2011), no Oriente Médio e nas Américas, incluindo o Brasil. As zonas livres de WSD e os compartimentos são conhecidos dentro dessas regiões (LO et al., 2012). Segundo OIE (2005), o primeiro caso relatado da doença no Brasil foi em Santa Catarina, e o vírus mostrou ter a mesma genotipagem daquele de outras regiões ou países em que já ocorreu a doença (MULLER et al., 2010). Já o vírus registrado na Bahia apresentou genotipagem diferente daquela do vírus encontrado em Santa Catarina, provavelmente em decorrência de mutações genéticas resultantes da adaptação do vírus a diferentes condições ambientais (WAIKHOM et al., 2006). Portanto, acredita-se que o vírus tenha sido introduzido a partir de águas de lastro de embarcações ou por importação ilegal de pós-larvas (LO et al., 2012).

Todas as espécies de decápodes, como caranguejos, lagostas e camarões de água doce ou salgada, são suscetíveis a infecção, que muitas vezes resulta em alta mortalidade. Nos animais sintomáticos, a mortalidade é altamente variável (LO; KOU, 1998). A suscetibilidade a infecção pode ser induzida por fatores de estresse, como mudanças bruscas de salinidade e de temperatura de água (temperatura média da água entre 18 e 30 °C), que têm efeito profundo sobre a expressão da doença, favorecendo a ocorrência dos surtos (VIDAL et al., 2001).

Embora o mecanismo de prevenção e controle seja desconhecido, as experiências laboratoriais demonstram que a “vacinação” no camarão promove melhores taxas de sobrevivência após desafio com WSSV. Isso foi constatado pela primeira vez que *L. vannamei* sobreviveu a infecções naturais e experimentais, por apresentar resistência ao vírus (VENEGAS et al., 2000). Estudos laboratoriais realizados por pesquisadores mostram que a injeção intramuscular do vírus da WSD inativado ou de proteína estrutural recombinante (VP28), apresenta-se insatisfatória, não oferecendo proteção contra a infecção experimental por WSSV. Entretanto, a proteção foi eficaz apenas quando os camarões foram infectados com uma dose baixa de WSSV. Além disso, o efeito durou normalmente poucos dias ou, no caso de

lagostas, cerca de 20 dias. Outra forma potencial de proteger o camarão contra a infecção por WSSV é usar RNA de interferência (RNAi): é uma especificação do gene RNA WSSV que produz forte atividade anti-WSSV, protegendo o camarão contra a infecção por WSSV, mas o mesmo estudo mostrou que o RNAdc (RNA transcriptase reversa) induzia ambas as respostas antivirais sequência-dependente e independente em camarão (ROBALINO et al., 2005). O estudo ainda mostra que a administração oral de bactérias, expressas como VP28 (proteína estrutural recombinante), RNA (RNA transcriptase reversa), poderia proteger camarão contra a infecção por WSSV, mas até o momento não há dados de ensaios de campo que comprovem a eficiência da vacinação (SARATHI et al., 2008).

Não existem relatos da doença em humanos, apenas nos animais, ocasionando grandes perdas econômicas e produtivas. (OMS; 2010; OIE; 2012).

6.1.2.4 Doença da cabeça amarela (YHD)

A doença da cabeça amarela (YHD) é ocasionada por infecção com o vírus da cabeça amarela (YHV).

Os genótipos do complexo cabeça amarela são classificados pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus como uma única espécie do gênero *Okavirus*, família Roniviridae, ordem Nidovirales (COWLEY et al., 2012). O vírus da cabeça amarela de genótipo 1 é um dos seis genótipos conhecidos do vírus do complexo da cabeça amarela, e o único agente patogênico conhecido é o YHV. Os demais genótipos ocorrem comumente em camarões saudáveis do leste da África, Ásia e Austrália, e raramente ou nunca são associados à doença (WALKER et al., 2001; WIJEGOONAWARDANE et al., 2008).

O YHV foi relatado na China, Indonésia, Malásia, Filipinas, Sri Lanka, Tailândia e Vietnã (WALKER et al., 2001). YHV e outros genótipos do complexo cabeça amarela foram detectados em indivíduos saudáveis de *P. monodon* da

Austrália, China Taipei, Índia, Indonésia, Malásia, Moçambique, Filipinas, Tailândia e Vietnã (WIJEGOONAWARDANE et al., 2008). YHV também foi detectado na espécie *L. vannamei* cultivada no México (CASTRO-LONGORIA et al., 2008, SANCHEZ-BARAJAS et al., 2009).

O YHV permanece viável na água do mar por até 72 horas (FLEGEL et al., 1995) e é inativado quando submetido a 60 °C durante 15 minutos (FLEGEL et al., 1995b). Pouca informação é disponível sobre outros métodos de inativação, mas parece que consistem de tratamento com cloro a 30 partes por milhão (FLEGEL et al., 1997).

O vírus da cabeça amarela (YHV) replica-se no citoplasma das células infectadas e em culturas primárias de células de órgãos linfoides, em que se obtiveram títulos virais máximos quatro dias após a infecção. Também, observou-se que os sinais da doença começaram a ocorrer em *P. monodon* 7-10 dias após o período de exposição (CHANTANACHOOKIN et al., 1993).

Foram reportados surtos da doença no camarão-preto (*Penaeus monodon*) e no camarão-branco do Pacífico (*L. vannamei*) (CHANTANACHOOKIN et al., 1993; SENAPIN et al., 2010). No entanto, infecções naturais também foram detectadas em *Penaeus japonicus*, *Penaeus merguensis*, *Penaeus stylirostris*, *Penaeus setiferus*, entre outras espécies de peneídeos que também se mostraram suscetíveis ao vírus (WIJEGOONAWARDANE et al., 2008).

A transmissão horizontal pode ocorrer pela ingestão de tecido infectado, imersão em água do mar contendo extrato de tecidos (FLEGEL et al., 1995; LIGHTNER, 1996). Verticalmente, o vírus pode ser transmitido à progênie a partir de ambos os sexos, masculino e feminino, possivelmente por infecção ou contaminação da superfície do tecido circundante dos ovos fertilizados (COWLEY et al., 2012). A dinâmica de como o YHV se espalha dentro dos tanques ainda não foi estudada. No entanto, a rápida disseminação e o aumento de mortalidade durante os surtos da doença sugerem que a transmissão ocorre de forma muito eficaz.

A infecção pelo vírus da cabeça amarela na espécie *Penaeus monodon* apresenta alta prevalência (50-100%) em populações de criação e selvagens na Austrália, Ásia e África Oriental, bem como em *L. vannamei* cultivada no México.

A prevalência de genótipos individuais varia de acordo com a origem geográfica do camarão, exceto em situações de surtos de doenças em viveiros de aquicultura, em que a prevalência de YHV (genótipo 1) é comumente mais baixa (1%) em indivíduos saudáveis selvagens ou de criação de *Penaeus monodon* (CASTRO-LONGORIA et al., 2008; SANCHEZ-BARAJAS et al., 2008).

A utilização de métodos de detecção menos sensíveis que a PCR, como, por exemplo, histologia, imuno, dot-blot, hibridação *in situ*, pode, provavelmente na maioria dos casos, resultar em uma prevalência aparente da infecção entre as populações de camarão (OIE, 2012).

Elevados níveis de infecção podem ser ocasionados por estresse fisiológico induzido por mudanças bruscas de pH ou de níveis de oxigênio dissolvido, ou por outros fatores ambientais (FLEGEL et al., 1997).

Todas as espécies de camarões marinhos de criação comercial podem ser suscetíveis ao YHV. Não há dados científicos que comprovem o uso de antivirais, vacinas ou de desinfecção de ovos e larvas eficazes no controle do vírus da YHD (OIE, 2012).

Como medidas de controle de forma a reduzir o risco da doença em viveiros saudáveis, produtores devem introduzir patógeno específico livre (SPF) a partir do PCR-negativo nos sistemas de cultivo. Nas regiões em que os camarões apresentem infecções crônicas com baixa carga viral, somente a detecção da presença de vírus não é, em si, prova da etiologia da presença da doença nos viveiros (OIE, 2012).

Não há relatos em humanos, apenas em animais, ocasionando grandes perdas econômicas e produtivas aos sistemas de cultivo (OMS, 2010).

6.1.3 Parasitas

Os parasitas são organismos que dependem de hospedeiro vivo para crescer e se reproduzir. Variam desde organismos unicelulares, como os

protozoários, até animais pluricelulares, como as solitárias (OPAS;OMS, 2001). Os crustáceos destacam-se como hospedeiros intermediários no ciclo de vida dos peixes, podendo acidentalmente infectar o homem, caso pescado infectado seja consumido (GONÇALVES, 2010).

Na literatura consultada não foram encontradas referências nem relatos associados a participação de *Litopenaeus vannamei* como hospedeiro intermediário no ciclo de vida dos peixes, sendo assim, esses perigos não foram considerados neste trabalho.

6.1.4 Fungos

Os fungos são organismos filamentosos e multicelulares, com grande capacidade tóxica, podendo ser encontrados nos alimentos em grãos (GOUKA et al., 1997). É importante o estudo de sua ocorrência em alimentos devido ao potencial de deterioração e produção de toxinas que possuem (OPAS;OMS, 2001).

Segundo Gouka (1997), alguns fungos secretam enzimas que lhes permitem invadir a carapaça do camarão, formada principalmente por quitina, proteínas e lipídios (GHANNOM al., 2000), e assim causar uma infecção.

Segundo Colorni et al. (1989), o primeiro relato de infecção fúngica em camarões foi em *Penaeus semisulcatus*, espécie cultivada em Israel. Os autores observaram uma grande lesão no músculo do camarão, causada pelo fungo *Fusarium solani*, e concluíram que a manipulação do camarão infectado por este fungo contribuiu para o aspecto repugnante, que resultou em dificuldade de comercialização.

Em estudo realizado em fazendas do Rio Grande do Norte, Brasil, foram coletadas seis amostras de camarão e 36 amostras de água dos viveiros, iniciando-se o isolamento de fungos a partir do método de Lacaz et al. (2002). Segundo Silva (2010), de 146 isolados fúngicos, sendo 51 de camarão adulto e 95 provenientes de

água dos tanques de engorda, os gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicilium* foram os mais frequentes. Juntos, estes três gêneros somam 73% do total de isolados fúngicos nos camarões adultos e nas águas dos viveiros (SILVA et al., 2010).

As espécies isoladas numa pesquisa realizada em duas fazendas do Nordeste brasileiro são relatadas como agentes de micoses em seres humanos, causando otomicoses, ceratite, infecções da pele, infecções pulmonares e até mesmo infecções sistêmicas. Estes fungos, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicilium* são oportunistas, não afetam apenas os seres humanos, mas também outros animais, que ficam imunocomprometidos (HOOG et al., 2000).

No Brasil não existem relatos de doenças ocasionadas em humanos e ou animais por consumo de camarão contaminado por micotoxinas (OMS, 2010). Constata-se que em países europeus e nos Estados Unidos já existem limites máximos de tolerância rígidos para micotoxinas em alimentos, porém no Brasil, conforme RDC 07/11, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, os limites máximos tolerados para micotoxinas em alimentos constam do quadro 1 (BRASIL, 2011). As micotoxinas estudadas são oriundas da alimentação oferecida aos camarões nos viveiros e podem representar um potencial perigo, caso existam relatos que comprovem a presença e manutenção deste patógeno nos sistemas de criação.

6.1.4.1 *Aspergillus* spp

As espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* podem produzir aflatoxinas, ou seja, micotoxinas derivadas do seu metabolismo secundário, que eventualmente contaminam grãos, especialmente milho, amendoim e trigo, utilizados como parte da dieta nutricional nos sistemas de criação (PONTES et al., 2005; YU et al., 2005). Existem vários tipos de aflatoxinas, sendo a aflatoxina B a que apresenta toxicidade mais elevada (PONTES et al., 2005).

Em estudo realizado em fazendas do Nordeste do Brasil, relatou-se o isolamento de *Aspergillus flavus* em 22% dos casos identificados a partir dos camarões que se alimentam de maneira artificial com grãos e trigo triturado, diferentemente dos que se alimentam naturalmente com algas e pequenos

crustáceos, sendo esta observação importante para o bom desempenho da criação de larvas nos tanques de engorda (SILVA et al., 2010).

Quanto à atividade proteolítica, as mais elevadas foram apresentadas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigatus* em camarões. Das 33 amostras positivas obtidas em fazenda do Nordeste, 55% pertencem à espécie *Aspergillus flavus* e são capazes de produzir aflatoxina B, e 28%, à espécie *Aspergillus parasiticus*, provenientes de camarões que receberam alimentação artificial. Já, os isolados obtidos nas fazendas que fornecem alimentação natural demonstraram não produzir aflatoxina B, sendo representados por *A. flavus* e *A. parasiticus* (SILVA et al., 2010).

Embora o estudo tenha sido realizado em pequenos volumes de amostras, resultados sugerem que a alimentação artificial nos viveiros potencializaria a produção de aflatoxina B pelos referidos fungos, contaminando o camarão, por conseguinte, prejudicando a produção e também possibilitando a ingestão de toxina pelos consumidores (VIEIRA et al., 2010).

Segundo Bintvihok et al. (2003), na Tailândia, a análise de 150 amostras de camarão *Penaeus monodon* alimentados com ração contaminada contendo aflatoxina B, permitiu concluir que este tipo de sistema pode aumentar a viabilidade da produção de aflatoxina, causando perdas econômicas e riscos de contaminação nos camarões comercializados.

6.1.4.2 *Fusarium* spp

Espécies do gênero *Fusarium* são caracterizadas por seu crescimento rápido e por formarem colônias com coloração pálida ou colorida, com micélio aéreo e difuso (DOMSCH et al., 1980).

Segundo Khoa et al. (2004), *Fusarium incarnatum* causa lesões no camarão-preto, *Penaeus monodon*, espécie cultivada no Vietnã, podendo provocar alta mortalidade de animais dos viveiros. Algumas espécies de *Fusarium* podem ser detectadas em amostras de camarões saudáveis (*F. lateritium* e *F. oxysporum*) ou na água de tanques de engorda (*F. lateritium* e *F. moniliforme*).

O gênero *Fusarium* foi relatado em 8,7% dos casos isolados no Nordeste do Brasil, sendo, em sua grande maioria, associado à fazenda que utiliza alimentação artificial nos viveiros. Mesmo com os casos isolados, o primeiro fungo isolado de camarões deve ser relatado como importante patógeno oportunista, que pode contaminar humanos e animais. De acordo com Silva et al (2010) estudo realizado em fazendas do Nordeste foi o primeiro relato de isolamento fúngico em cultivo de camarão no Brasil (SILVA et al., 2010).

6.2 PERIGOS QUÍMICOS

Os perigos químicos podem estar associados diretamente a características da matéria-prima ou das substâncias acrescidas durante o processo de produção/beneficiamento. Dentre estes perigos, incluem-se aditivos alimentares, resíduos de pesticidas e de medicamentos veterinários, metais pesados, alérgenos, toxinas naturais e substâncias sanitizantes introduzidas no processo.

6.2.1 Aditivos alimentares

Os aditivos alimentares são os antioxidantes, aromatizantes, corantes, conservantes e espessantes, que apresentam uma função específica no produto, mas eventualmente podem representar risco à saúde humana.

Segundo Codex Alimentarius (1995), o uso de aditivos nos alimentos só pode ser justificado quando não representar risco à saúde do consumidor e nem induzi-lo ao engano; para isso, deve-se obedecer às seguintes determinações: preservar a qualidade nutricional do alimento, melhorar a conservação ou a estabilidade ou suas propriedades organolépticas desde que não altere sua natureza e fornecer auxílio na fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, transporte ou armazenamento.

Pelo Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965, é considerado aditivo a substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo.

Os aditivos alimentares quando utilizados em altas concentrações podem provocar reações adversas nos humanos. Estas reações podem ser expressas por uma simples urticária, angioedema, asma, anafilaxia ou até morte (GONÇALVES, 2010).

6.2.1.1 Metabissulfito de sódio

O metabissulfito de sódio é uma substância química utilizada pelas indústrias de crustáceos para retardar a degradação oxidativa a partir da inibição do oxigênio molecular, impedindo, assim, que o alimento seja oxidado por bactérias anaeróbias (RUSSEL, 1980).

Com o objetivo de retardar o aparecimento de manchas pretas, que acarretam prejuízos comerciais e perda de qualidade do produto, a utilização de metabissulfito de sódio é permitida e aprovada pelo Decreto-lei nº 986, de 21/10/1969, que instituiu as “Normas Básicas sobre Alimentos” e o Decreto nº 55.871, de 23/03/1965, que regula o uso de aditivos em alimentos (BRASIL, 1978). Segundo Góes (2005), a utilização do metabissulfito de sódio também está amparada na Resolução nº 12/78, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA (BRASIL, 1978), onde consta: “Estender o emprego do metabissulfito de sódio em solução para imersão, ou no gelo, a 1,25%, como conservador para camarões e lagostas crus, não devendo o dióxido de enxofre residual ultrapassar de 100 mg/kg, pressuposto o emprego da avançada tecnologia de processamento.”

Mesmo com o uso de metabissulfito amparado em legislações vigentes no país, o resíduo dessa substância, o dióxido de enxofre, quando em concentrações altas, pode provocar reações adversas à saúde, sendo que sua concentração

permitida está na faixa de 40 a 100 ppm, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2012).

Góes (2005) relata que as concentrações de metabissulfito e o tempo de exposição dos camarões à solução com conservante são muito variáveis, visto que não existe padronização para esta prática dentro das indústrias de beneficiamento, e que, para conter a melonose da carcaça, são eficientes concentrações de metabissulfito de sódio que variam de 1,25% a 9,00% e tempos de exposição entre 1 e 30 minutos.

Salienta-se que o excesso de metabissulfito de sódio como aditivo e conservante do produto acarretará excesso de dióxido de enxofre residual, o que poderá provocar episódios de asma em indivíduos sensíveis. Em outros casos, o indivíduo poderá apresentar desde reações cutâneas (urticárias), diarreias, cefaléias, dores abdominais, náuseas, tonturas até choque anafilático (ROCHA, 2003). Segundo Mideo e Martins (2000), para animais de laboratório, a dose letal de 50 mg/kg (DL_{50}) de SO_2 , por via oral, é bastante alta, correspondendo a cerca de 1 grama por quilo de peso corporal. Doses inferiores a essa tendem a provocar vômitos em humanos e em cães. Devido a essas características, a ocorrência de intoxicações agudas por SO_2 é incomum. Há relatos de que algumas pessoas chegam a tolerar até 50 miligramas por quilo de peso corpóreo, enquanto outras, consumindo quantidades bem menores, apresentam sintomas como dor de cabeça, náuseas, vômitos e diarreias (GÓES, 2005).

De acordo com a Resolução nº 4, de 24 de novembro de 1988, tolera-se o valor de 0,01 g de sulfito em 100 g de parte comestível do produto cru e 0,003 g de sulfito em 100 g de parte comestível do produto cozido (BRASIL, 1988). Alguns países importadores do camarão brasileiro possuem exigências diferenciadas quanto à concentração de SO_2 residual em camarões frescos e congelados.

Segundo Silva (1982), todo o lote do produto será rejeitado quando uma das amostras analisadas apresentar valor de SO_2 residual superior a 100 ppm (partes por milhão), limite este estabelecido pela FDA (1997). Segundo Góes (2005), concentrações de metabissulfito de sódio superiores a 4% foram consideradas inapropriadas para utilização em camarões, por acarretarem teores de resíduos de sulfito muito acima do permitido por lei.

Ao avaliar a utilização de metabissulfito de sódio como conservante na pós-colheita da carcinicultura marinha, salienta-se o potencial perigo que esta

substância representa quando seu uso está associado a concentrações acima da permitida, uma vez que podem ocasionar reações adversas à saúde pública, seja por contato direto durante o beneficiamento (manipulador), seja no consumo (consumidor). Visto que só existe conscientização quanto ao limite máximo residual de dióxido de enxofre, a utilização de metabissulfito de sódio nas plantas de processamento de camarão é feita sem controle, podendo resultar em rejeição de lote.

Os frigoríficos brasileiros que exportam camarões podem ter prejuízos se as análises do lote de produção indicam concentração residual de dióxido de enxofre acima da permitida pela OMS (OMS, 2012).

6.2.2 Contaminantes Inorgânicos

Segundo Codex Alimentarius (1995), os contaminantes são definidos como qualquer substância não intencionalmente adicionada a alimentos durante a produção (incluindo as operações realizadas na criação de culturas e criação de animais), fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, transporte ou armazenagem do referido alimento ou resultante de contaminação pelo meio ambiente. Este termo não inclui fragmentos de insetos, pêlos de roedores e outras matérias estranhas.

Quando em baixas concentrações, os contaminantes inorgânicos presentes nos crustáceos não oferecem riscos, porém, em altas concentrações, podem ser tóxicos aos humanos. Todos os crustáceos apresentam certa quantidade de contaminante inorgânico como consequência de sua vida na água, no entanto, a proporção entre as concentrações de metais e o tipo de ambiente é variável. Pode-se afirmar que, em mar aberto, ainda pouco afetado pela poluição, a maioria dos crustáceos carrega apenas a concentração natural de metais ali presentes. Já nos viveiros e tanques de criação de camarão, os resíduos de metais podem ser encontrados em teores superiores à carga natural (GONÇALVES, 2010).

De acordo com a literatura pertinente, uma substância é considerada tóxica para um organismo quando atinge concentrações superiores à média de sua concentração, cujo valor se situa normalmente entre 0,1 e 0,01 AF (fator de aplicação). Em diversos estudos observou-se que pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* expostas às concentrações de 0,05 e 0,1 AF de Cd, Hg, Hg-Zn-Pb, Hg apresentaram, respectivamente, 63,3% e 100% de mortalidade após 21 e 13 dias, mostrando que as concentrações ambientais seguras tóxicas não deverão ser calculadas a partir de ensaios de toxicidade individuais. Não houve diferenças significativas entre culturas expostas a AF entre concentrações 0,01 e 0,025 e o alimento comercializado (FRIAS-ESPERICUETA et al., 2009). Sendo assim, entende-se que quanto maior a concentração letal, maior será a toxicidade do contaminante.

Estudos comprovam que pós-larvas de *L. vannamei* sofrem com altas concentrações de Hg e Zn nos sistemas de cultivo (FRIAS-ESPERICUETA et al., 2001, 2003). WU; CHEN (2004) observou que a exposição ao Cd ou Zn afeta as funções metabólicas de *Litopenaeus vannamei*, ocasionando grandes perdas produtivas e econômicas na criação.

O acúmulo de Cr e Zn na carcaça e nos tecidos de *Litopenaeus vannamei* pode representar potencial perigo aos humanos. O excesso de metais pode ser absorvido pelo camarão e acumulado nos tecidos ou então disperso na água ou sedimento, caso não seja digerido. Quando em níveis elevados nos tecidos dos crustáceos, os metais podem constituir riscos à saúde humana, assim como produtos químicos e contaminantes presentes nas águas circundantes podem ocasionar danos ao meio ambiente (FERNANDES et al., 2008).

Alguns autores relatam que exposição do camarão a concentrações de 1 mg de Cd e 1 mg de Zn num intervalo de 24 horas nos sistemas de cultivo resulta em alta mortalidade. Diante disso, quando em altas concentrações, ou seja, quanto maior a concentração do metal, maior sua toxicidade, sugerindo maior probabilidade da ocorrência destes perigos à saúde humana e animal (CHENG et al., 2004).

O excesso de cobre depositado no fundo dos viveiros representa toxicidade deste metal para o camarão (FRIAS-ESPERICUETA et al., 2003). No entanto, a exposição prévia a concentrações subletais de Cu pode induzir alterações

fisiológicas e metabólicas que conduzem a uma climatização e induzem à sobrevivência a outros poluentes ambientais (FRIAS-ESPERICUETA et al., 2003).

O teor elevado de chumbo é relatado somente em áreas com intensa atividade industrial e de agricultura, ou nas quais haja entrada de águas sem tratamento de resíduos urbanos e industriais (GONÇALVES, 2010).

Segundo Gonçalves (2010), o teor médio de chumbo em invertebrados (1 mg/kg de peso), apresenta grande variação, isso acontece devido a acumulação ativa do chumbo no trato digestivo, hepatopâncreas nos crustáceos. Como o aparelho digestivo dos crustáceos pode ser removido antes do consumo, evita-se a migração de chumbo do intestino para o tecido muscular, o qual tem sido observado durante um armazenamento prolongado.

A Portaria do Ministério da Saúde, nº 55.871, de 26 de março de 1965, estabelece os limites máximos de tolerância dos contaminantes inorgânicos como: arsênio, cobre, estanho, chumbo, cádmio e mercúrio nos alimentos porém sem especificação quanto aos limites para os produtos de Origem Animal. Entretanto, a Instrução Normativa 24, de 09 de Agosto de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamenta através do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal os limites de tolerância para os alimentos, visto que estes podem causar impactos à saúde do consumidor, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Limites de tolerância de contaminantes inorgânicos nos crustáceos

Contaminante	Limite de Tolerância (µg/kg)
Mercúrio (Hb)	500 µg/kg
Chumbo (Pb)	500 µg/kg
Cádmio (Cd)	500 µg/kg

Adaptado da Instrução Normativa nº 24, de 9 de Agosto de 2011

6.2.3 Alérgenos

O principal grupo de alérgenos encontrado no músculo dos crustáceos, principalmente dos camarões, siris, caranguejos e lagostas, é a proteína TROPOMIOSINA, mas *L. vannamei* contém também a arginina quinase e a miosina de cadeia leve, que representam os alérgenos mais encontrados nessa espécie (OIE, 2012).

Segundo Guimarães (2010), há possibilidade de reações cruzadas como, por exemplo, uma pessoa alérgica a camarão tem 75% de chance de ter reatividade clínica ao caranguejo e siri, sendo que a tropomiosina é o principal fator reativo.

Os sintomas mais comuns das reações a alérgenos alimentares são: rápido início de dificuldade respiratória, coriza, espirros, prurido oral, vômitos, náuseas, cólicas abdominais e diarreia. Em alguns casos, o consumo de alérgenos pode causar uma reação de risco à vida, chamado anafilaxia. Os sinais de anafilaxia incluem inchaço na boca, espirros severos fortes, falta de ar e choque (GONÇALVES, 2010).

6.2.4 Resíduos de medicamentos

A maneira mais comum de tratar doenças é a utilização de antibióticos nos sistemas de cultivo. Os antibióticos mais comumente usados em fazendas de camarão são oxitetraciclina, florfenicol, ormetoprim-sulfametoxazol e, mais recentemente, sarafloxacin e enrofloxacin (ROQUE et al., 2001).

Estudos realizados em fazendas do Nordeste brasileiro mostram que mais de 90,5% das estirpes de *E. coli* isoladas da água, de sedimentos de fundo e de indivíduos cultivados em tanques de cultivo mostraram-se resistentes à antibióticos, e que 42,6% das cepas se mostraram resistentes a ampicilina. Este estudo evidencia que os genes são resistentes aos antibióticos que estão em circulação nas fazendas de camarão da região (VIEIRA et al., 2013). No caso de

enrofloxacin e florfenicol, por sua recente introdução na indústria do camarão, a maioria dos isolados testados em indivíduos susceptíveis não apresentou clara evidência de que a população é resistente a estes antibióticos (ACAR et al., 1996).

Segundo Vieira et al. (2013), a elevada taxa de resistência entre as cepas é sugestivo do uso indiscriminado e generalizado de doses inadequadas de antibióticos, que selecionarão parte da microbiota resistente sobre as populações bacterianas. Em ambientes aquáticos com sistemas intensivos de criação, a situação é agravada pela possibilidade de transmissão horizontal ou transferência de genes entre as bactérias da mesma ou de diferentes espécies e gêneros. Como resultado, as bactérias aquáticas em todo o mundo tornam-se cada vez mais resistentes aos medicamentos antimicrobianos, expondo saúde humana a graves riscos (VIEIRA et al., 2013).

Como medida de controle, mensurar a qualidade microbiológica da água dos viveiros tornou-se uma questão de saúde pública no que se refere principalmente ao surgimento de bactérias patogênicas resistentes a antibióticos nos viveiros.

Nas últimas décadas, o uso indiscriminado de antibióticos nos viveiros, como medida profilática no desenvolvimento de doenças, sugere que os resíduos de antibióticos permanecem depositados nos tecidos de animais, devido ao número crescente de estirpes de bactérias resistentes encontradas na criação.

Segundo Instrução Normativa n.24, de 9 de agosto de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011), que regulamenta o controle de resíduos e contaminantes nos crustáceos, os limites de referência determinam a quantidade de resíduos depositados nos tecidos e, quando superior a quantidade permitida, este valor pode representar risco à saúde humana e animal, conforme quadro 2.

É provável que os efeitos dos antibióticos sobre a saúde humana e o meio ambiente não sejam expressos de forma elucidativa, visto que muitos agricultores se queixam das dificuldades em entender como estes podem ser utilizados (VIEIRA et al., 2013).

Quadro 2 – Limites de tolerância a resíduos de medicamentos nos sistemas de criação de *Litopenaeus vannamei*

GRUPO	ANALITO	LIMITE DE REFERÊNCIA (µg/kg)
Antimicrobiano	Nitrofurazona– SEM Furozalidona - AOZ Furaltadona - AMOZ Nitrofurantoina - AHD	1 µg/kg
Antimicrobiano	Cloranfenicol	0,30 µg/kg
Antimicrobiano	Tianfenicol	50 µg/kg
Antimicrobiano	Florfenicol	1000 µg/kg
Antimicrobiano	Sulfametazina Sulfatiazol Sulfadimetoxina	100 µg/kg
Corante	Verde Malaquita	2 µg/kg

Adaptado da Instrução Normativa nº 24, de 9 de Agosto de 2011

6.3 PERIGOS FÍSICOS

Os perigos físicos podem ter diversas origens ao longo da cadeia produtiva, como madeira, vidro, plástico, objetos de uso pessoal, pedras, ossos, entre outros, provenientes de peças ou partes de equipamentos, de utensílios de produção, material de acondicionamento da matéria-prima e de produtos acabados, estando associados a falha humana e operacional nos processos de produção (BAPTISTA, 2003) ou em vários pontos da cadeia produtiva, desde a criação até o consumidor, inclusive dentro de um estabelecimento alimentício, conforme exemplos no quadro 3. A presença desses objetos estranhos pode causar enfermidades ou lesões (OPAS;OMS, 2001).

As indústrias de transformação buscam realizar com eficiência o controle destes perigos, com a implantação de detectores de metais durante o processo produtivo, uso de luvas e toda a paramentação adequada dos funcionários, além da

implantação dos procedimentos operacionais padrão (POPs) e das regras de Boas Práticas de Fabricação (BPF), fazendo manutenção preventiva dos equipamentos e utensílios e inspeção visual para detectar possíveis irregularidades durante o processo de beneficiamento do camarão.

Quadro 3 – Exemplos de perigos físicos, as lesões causadas e suas fontes

MATERIAL	LESÃO POTENCIAL	FONTES
Vidro	Corte, sangramento, pode exigir cirurgia.	Garrafas, jarras, lâmpadas, utensílios, proteção de medidores, entre outros.
Madeira	Corte, sangramento, pode exigir cirurgia para encontrar ou remover os fragmentos	Produção primária, caixas, material de construção e utensílios.
Metal	Corte, sangramento, pode exigir cirurgia para encontrar ou remover os fragmentos	Máquinas, arames, parafusos, funcionários.
Plástico	Engasgo, corte, infecção: pode exigir cirurgia para remover os fragmentos.	Embalagens, equipamentos.
Objetos de uso pessoal	Engasgo, corte, quebra de dentes: pode exigir cirurgia para remover os fragmentos.	Funcionários.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na carcinicultura, os perigos mais significativos para a criação são as doenças causadas por vírus e bactérias, que se caracterizam como as mais importantes por apresentarem rápida disseminação nos viveiros e tanques, visto que envolvem todos os estágios de vida de *Litopenaeus vannamei* e replicam-se nos tecidos dos animais, causando grandes perdas econômicas e produtivas.

A pesquisa mostra que as doenças relacionadas pela OIE infectam tanto a espécie estudada como também outras espécies de peneídeos suscetíveis. A espécie de peneídeo *Litopenaeus vannamei* foi introduzida no Brasil no final dos anos 1980 a partir de larvas oriundas de países como Equador, Estados Unidos e México e atualmente tem importante participação no cenário da carcinicultura do país devido à sua alta adaptabilidade às condições climáticas do Nordeste brasileiro.

Relatos comprovam que as doenças virais e bacterianas são um constante desafio aos produtores por afetar o desempenho zootécnico dos animais e a produtividade das criações, e a identificação dos perigos e seus efeitos adversos à saúde humana são em sua grande maioria desconhecidos.

Mesmo com a restrição da importação de camarão em qualquer etapa do ciclo produtivo, conforme IN 39, de 4 de novembro de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1999), como medida de controle epidemiológico nacional e internacional, as doenças se fazem presentes nas criações, sugerindo a realização de uma ampla reformulação das políticas e diretrizes no que tange ao cenário da carcinicultura no país, visto que a introdução de doenças exóticas representa prejuízos aos produtores, às indústrias e ao governo.

Dentre os perigos biológicos, não foram encontrados parasitas de importância a saúde do *L.vannamei* ou transmitidos por ele ao homem. E os fungos constituem perigos à saúde animal, para quem a principal fonte de infecção são os

grãos contaminados incluídos no sistema de alimentação artificial, mas para a saúde humana eles não apresentam perigo, mas podem produzir micotoxinas no produto camarão seco ou congelado se as condições forem favoráveis, mas dificilmente representará algum risco em camarões frescos.

Apesar das dificuldades na coleta de dados econômicos precisos, relativos ao efeito de patógenos na produção de crustáceo, estima-se que aproximadamente 40% do potencial da produção de camarão são perdidos a cada ano, devido a doenças infecciosas (LUNDIN, 1996). Cerca de 60% das doenças que ocasionam perdas na carcinicultura estão associados aos patógenos virais, e mais de 20%, aos patógenos bacterianos. Em comparação, as perdas associadas a agentes fúngicos e parasitários são em menores proporções (FLEGEL, 2006b, 2012).

Os perigos químicos são relativamente significativos à saúde animal e humana, se altas concentrações de contaminantes, medicamentos e aditivos estiverem presentes nas criações e disponíveis no alimento a ser ingerido.

Os perigos físicos são pouco significativos, e têm importância para a saúde pública, sem importância para a saúde animal. São representados por: madeira, metal, vidro, plástico e objetos de uso pessoal no alimento introduzidos durante as etapas de manipulação, processamento, armazenamento e distribuição.

Com a expansão da indústria de criação de camarão no Brasil e no mundo, o potencial de propagação das doenças ocasionadas por vírus e bactérias pode estar associado a práticas irregulares do comércio de reprodutores, larvas e *commodities*, favorecendo o surgimento significativo de doenças tanto nas Américas (hepatopancreatite necrosante, síndrome de Taura, mionecrose infecciosa) quanto na Ásia (baculovirus esférica, doença da cabeça amarela, doença da mancha branca), onde se concentram os principais produtores. Estas doenças causam impactos produtivos e sanitários negativos nas regiões de cultivo, pois, mesmo que distantes de seu local original de propagação, podem afetar todas as populações de crustáceos susceptíveis (OIE, 2009; LIGHTNER, 2012).

Com a produção em larga escala e a intensificação dos sistemas de criação, fez-se necessária a domesticação e seleção de estoque genético do camarão-branco do pacífico (*L. vannamei*) em 1993, e isso certamente teria ajudado a translocação de agentes patogênicos importantes para regiões distantes, como por exemplo, o vírus da mionecrose infecciosa, que foi endêmica em fazendas de camarão da Indonésia desde 2006, após seu surgimento no Brasil em 2002 (FLEGEL, 2012; MOSS et al., 2012). Sendo assim, a introdução de doenças nos sistemas de cultivo é problemática, uma vez que a presença do patógeno pode estar vinculada à qualidade da água ou a linhagens genéticas de espécies mais resistentes, devido a eventuais falhas nas práticas de manejo sanitário e ambiental (LIGHTNER et al., 2011).

Para minimizar estes problemas, é necessário propor melhorias no manejo ambiental e sanitário da criação, como: preparar previamente as instalações e tanques de cultivo, tratar e monitorar a qualidade da água dos viveiros, estabelecer limites máximos de resíduos de medicamentos compatíveis com as condições de aplicação na criação, adquirir larvas SPF, implantar práticas de quarentena e vazio sanitário em áreas de grande propagação e normas e diretrizes que regulamentem os padrões microbiológicos específicos a este determinado grupo de alimento, ter comunicação eficiente, quanto ao registro de ocorrência das doenças nas regiões, com os Serviços de Inspeção Federal e capacitar médicos veterinários quanto ao diagnóstico precoce da doença nos estágios de vida mais jovens, buscando assim obter produtos inócuos e seguros, pois, em termos gerais da criação ao produto final, a produção de camarão necessita de investimentos em pesquisas para desenvolver medidas preventivas de controle eficazes e rápidas no que tange à identificação dos perigos e à oferta de alimento inócuo ao consumidor brasileiro.

No âmbito da saúde animal, os perigos biológicos mais significativos são as doenças virais e bacterianas, como Síndrome da Taura (TS), Doença da Mancha Branca (WSD), Doença da Cabeça Amarela (YHD), Hepatopancreatite necrosante (NHP), Mionecrose Infecciosa (IMN) e *Vibrio* apresentam maior probabilidade de contaminação e disseminação nos tanques de cultivo, e o seu potencial de propagação pode estar associado a susceptibilidade e adaptabilidade da espécie. E estas doenças não poderão acometer humanos. Já o estirpes do gênero *Vibrio*,

como *V.cholerae* e *V.parahaemolyticus* representam importante zoonose, pois podem acometer humanos e animais, enquanto que *Salmonella* e *S.aureus* podem acometem apenas humanos, visto que estão associadas as condições favoráveis ao desenvolvimento destes patógenos em qualquer etapa da cadeia produtiva, ou seja, do cultivo a comercialização. Os pontos mais críticos são as falhas de Boas Práticas, o tempo de exposição do produto a condições adversas de tempo/temperatura e condições inadequadas de armazenamento, processamento e comercialização podem favorecer a proliferação de microrganismos causadores de doenças.

Os perigos químicos ocorrem quando altas concentrações de contaminantes presentes no ambiente se depositam e acumulam na água, no solo ou na carcaça do animal. Nos crustáceos, os contaminantes inorgânicos cromo e zinco apresentam toxicidade elevada, ocasionando alta prevalência de mortalidade e redução significativa da capacidade produtiva. Em humanos, quando ingerido a partir de um alimento contaminado, pode provocar desde urticárias até choque anafilático. Estes podem ser controlados com adoção de boas práticas de manejo ambiental, com preparação prévia dos viveiros quanto a sedimentação, adequada densidade populacional, água e alimentação, regulamentação, inspeção, validação e controle dos parâmetros físico-químicos da água e solo durante todas as etapas da produção, regulamentação técnica quanto a aplicação de aditivos nas indústrias de processamento e uso indiscriminado de medicamentos nas criações.

Os perigos físicos são frequentemente representados por objetos estranhos, os quais podem constituir perigo à saúde humana se ingeridos acidentalmente, mas são facilmente identificados por meio de inspeção visual ou por equipamentos como detectores de metais, UV etc, instalados em etapas críticas do processo produtivo, como: empacotamento, selagem de embalagens, evisceração, beneficiamento, armazenamento e transporte. A ocorrência de perigos físicos pode ser minimizada com a implantação de procedimentos de boas práticas de fabricação e manipulação, para seu efetivo controle, pois os casos relatados estão, em sua maioria, associados a falhas humanas ou operacionais.

No âmbito da saúde pública, a oferta de alimentos seguros ou inócuos ao indivíduo e à sociedade deve estar fundamentada em um conjunto de políticas, estratégias e ações voltadas ao consumidor. Do ponto de vista do consumidor, é

uma forma de estar seguro em relação ao alimento. A responsabilidade de dar ao consumidor essa percepção de segurança é da indústria de alimentos, e, no caso de *Litopenaeus vannamei*, essas estratégias e ações devem ter início na aquisição de insumos ou pós-larvas, passando pelas criações nas fazendas e pelas unidades de processamento, e terminar na mesa do consumidor, que busca sempre um alimento que mantenha suas características, como frescor, sabor, cor e odor.

Sendo assim, a identificação dos perigos na cadeia produtiva de *Litopenaeus vannamei* indica a necessidade de se implantarem medidas de controle que sejam plausíveis e coerentes para ambas as partes interessadas, ou seja, governo e produtores, e que objetive manter assegurada a saúde do consumidor a partir da correta identificação dos perigos em níveis regionais e nacionais, buscando gerar dados e informações significativas que auxiliem na seleção de medidas adequadas para redução dos riscos em todos os elos da cadeia produtiva.

Nota-se que todos os perigos identificados na cadeia produtiva de *Litopenaeus vannamei* no Brasil e no mundo, a partir das enfermidades listadas pela OIE como potenciais riscos à saúde humana e animal, devem ser tratados cuidadosamente pelos órgãos públicos no quesito alimento seguro. O potencial epidemiológico destas enfermidades deixa claro que, quando não tratadas de forma adequada, podem gerar grandes impactos na exploração desta atividade no país, ocasionando perdas produtivas e econômicas aos produtores e indústrias. Salienta-se ainda que no elo final desta cadeia depara-se com um consumidor cada vez mais exigente, que busca alimentos saudáveis, seguros e nutritivos.

A partir destas perspectivas, entende-se que a aplicação de boas práticas de manejo sanitário e ambiental é imprescindível e deve ser feita de forma eficaz; o diagnóstico das doenças deve ser precoce e rápido para que se tenha efetividade quanto à intervenção epidemiológica e sanitária dos órgãos federais; a capacitação de médicos veterinários deve ser específica quanto à detecção de doenças em todos os elos da cadeia produtiva; a regulamentação dos limites de resíduos e medicamentos deve ser clara para este grupo de produto; e é necessária a regulamentação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos em toda a cadeia produtiva dos crustáceos para assegurar o crescimento desta atividade no Brasil e no mundo.

REFERÊNCIAS

- ABCC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Balanço Comercial de Pescados 2012. Disponível em <http://www.abccam.com.br>. Acesso em: 21 Jan, 2011.
- AGUIRRE GUZMAN, G.; ASCENCIO VALLE, F. Infectious disease in shrimp species with aquaculture potential. **Journal of Microbiology**, 4, p-333–348, 2000.
- AGUIRRE-GUZMAN G.; SANCHEZ-MARTINEZ J. G.; PÉREZ-CASTAÑEDA, R.; ORTA-RODRIGUEZ, R. Detection of necrotizing hepatopancreatitis (nhp) in wild shrimp from Laguna Madre, Mexico by a multiplex polymerase chain reaction. **The Journal Veterinary Medicine**, v. 40, p-337–341, 2010.
- AGUIRRE-GUZMAN, G.; VAZQUEZ-JUAREZ, R.; ASCENCIO, F. Differences in the susceptibility of american white shrimp larval substages (*Litopenaeus vannamei*) to four *Vibrio* species. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 78, n. 4, p. 215-219, 2001.
- ANDRADE, T. P. D.; SRISUVAN, T.; TANG, K. F. J.; LIGHTNER, D. V. Real-time reverse transcription polymerase chain reaction assay using Taq Man probe for detection and quantification of infectious myonecrosis virus (IMNV). *Aquaculture*, 264, p-9–15, 2007.
- ARANGUREN, L. F.; BRIÑEZ, B.; ARAGON, L.; PLATZ, C.; CARABALLO, X.; SUAREZ A. & SALAZAR M. Necrotizing hepatopancreatitis (NHP) infected *Penaeus vannamei* female broodstock: effect on reproductive parameters nauplii and larvae quality. **Aquaculture**, v. 258, p-337–343, 2006.
- ARANGUREN, L. F.; TANG, K. F.; LIGHTNER, D. V. Quantification of the bacterial agent of necrotizing hepatopancreatitis (NHP-B) by real-time PCR and comparison of survival and NHP load of two shrimp populations. **Aquaculture**, v. 307, p-187–192, 2010.
- AUSTIN, B. Vibrionaceae representatives as pathogens of penaeid shrimps. In: CONGRESO ECUATORIANO DE ACUICULTURA, 2., Memorias... 1995.
- BARBIERI JR., R. C.; NETO, A. O. Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura. Visçosa-MG. Aprenda Fácil Editora, 2001. V. 1.

BINTVIHOK, A.; POBPORNPISIT, A.; TANGTRONGPIROS, J.; PANICHKRIANGKRAI, W.; RATTANAPANEE, R.; DOI, K.; KUMAGAI, S. Aflatoxin contamination in shrimp feed and effects of aflatoxin addition to feed on shrimp production. **Journal Food Protection**, v. 66, n. 5, p. 882- 888, 2003.

BONAMI JR, HASSON, KW, MARI J, POULOS BT, LIGHTNER DV. Taura syndrome of marine penaeid shrimp: characterization of the viral agent. **Journal Genetic Virology**, 78, p-313–319, 1997.

BOYD, C. E.; CLAY, J. W. Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Super intensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium, p-17, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 7, de 18 de fevereiro de 2011 que estabelece os limites máximos de micotoxinas nos alimentos, 2011. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF, 2001. p. 17-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 53, de 2 de julho de 2003 – Regulamento do Programa Nacional de Sanidade dos Animais Aquáticos no qual analisamos a ocorrência das doenças dos animais aquáticos no Brasil. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº- 457, de 10 de Setembro de 2010 que aprova regulamento técnico de identidade e qualidade para camarão congelado. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Estatística da pesca e aquicultura, 2010. Disponível em: www.mpa.gov.br. Acesso em 21 Jan, 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução Normativa nº 39 de 4 de novembro de 1999 – que visa suspender temporariamente a entrada no território nacional de todas as espécies de crustáceos, quer de água doce ou salgada, em qualquer etapa do seu ciclo biológico, inclusive seus produtos frescos e congelados, assim como os cozidos, quando inteiro em suas carapaças ou partes delas, de qualquer procedência. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 55.871, de 26 de março de 1965, que estabelece os limites máximos de tolerância dos contaminantes inorgânicos: arsênio,

cobre, estanho, chumbo, cádmio e mercúrio nos alimentos, anexo I do programa Nacional de controle de resíduos e contaminantes. Adaptado a Instrução Normativa nº 24, de 9 de Agosto de 2011. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório dados epidemiológicos das doenças transmissíveis por alimentos 2000-2011, 2011. Brasília, DF, 2011.

BRASIL.Ministério da Saúde. Resolução n.º 04, de 24 de novembro de 1988. Resolução que aprova os limites de aditivos intencionais, considerados como coadjuvantes da tecnologia de fabricação. Brasília, DF, 1988.

BROCK, J. A. Special topic review: Taura syndrome, a disease important to shrimp farms in the Americas. **World Journal Microbiology & Technology**, v. 13, p. 415–418, 1997.

BROWDY, C. L.; MOSS, S. M. Shrimp culture in urban, super-intensive closed systems. In: Urban Aquaculture (B. Costa-Pierce, A. Desbonnet, Edwards, D. Baker, eds), CABI Publishing, Oxfordshire, United Kingdom, p-173 -186, 2005.

CALORNI, A. Fusariosis in the shrimp *Penaeus semisulcatus* cultured in Israel. **Mycopathologia**. 108, p-145- 147, 1989.

CASTRO-LONGORIA R., QUINTERO-ARREDONDO N., GRIJALVA-CHON J.M. & RAMOS-PAREDES J. Detection of the yellow-head virus (YHV) in wild blue shrimp, *Penaeus stylirostris*, from the Gulf of California and its experimental transmission to the Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. **Journal Fish Disease**, 31 (12), p-953–956, 2008.

CHANG Y.S., LO C.F., PENG S.E., LIU K.F., WANG C.H. & KOU G.H. White spot syndrome virus (WSSV) PCR-positive *Artemia* cysts yield PCR-negative nauplius that fail to transmit WSSV when fed to shrimp postlarvae. **Disease Aquatic Organization**, 49, p-1–10, 2002.

CHANTANACHOOKIN C., BOONYARATPALIN S., KASORNCHANDRA J., DIREKBUSARAKOM S., AEKPANITHANPONG U., SUPAMATTAYA K., SRIURAITANA S. & FLEGEL T.W. Histology and ultra-structure reveal a new granulosis-like virus in *Penaeus monodon* affected by yellow-head disease. **Disease Aquatic Organization**, 17, p-145–157, 1993.

CHEN I.T, AOKI T., HUANG Y.T., HIRONO I., CHEN T.C., HUANG J.Y., CHANG G.D., LO C.F., WANG H.C.White spot syndrome virus induces metabolic changes resembling the Warburg effect in shrimp hemocytes in the early stage of infection. **Journal of Virology**, 85 (24), 12919–12928, 2011.

- CHENG, K.M.; HU, C.Q; LIU, Y.N; ZHENG, S.X; QI, X.J. Dietary magnesium requirement and physiological responses of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. **Aquaculture Nutrition**, 11, p-385–393, 2005.
- COUTO Junior, Orlando. Densidades de estocagem para sistema intensivo com recirculação de água na criação do camarão *Litopenaeus vannamei*.em 2007, p-12-17. Dissertação apresentada a programa de pós-graduação do Instituto da Pesca. Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento do estado de São Paulo, 2007.
- COWLEY J.A., WALKER P.J., FLEGEL T.W., LIGHTNER D.V., BONAMI J.R., SNIJDER E.J. & DE GROOT R.J. Family Roniviridae. *In*: Virus Taxonomy, IXth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, King A., Adams M., Carstens E. & Lefkowitz E.J., Elsevier, Academic Press, London, UK, 797–801, 2012.
- CRABTREE B.G., ERDMAN M.M., HARRIS D.L. & HARRIS I.T. Preservation of necrotizing hepatopancreatitis bacterium (NHPB) by freezing tissue collected from experimentally infected *Litopenaeus vannamei*. **Disease Aquatic Organization**, 70, p- 175–179, 2006
- DAMS R; Teixeira, Beirão; LH. Praticas de higiene e sanificação em indústria de pescado congelado. Boletim CEPPA, 15, p-159-66, 1997.
- DIXON H. & DORADO J Managing Taura syndrome in Belize: a case study. **Aquaculture Magazine**, May/June, p-30–42, 1997.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. *Compendium of soil fungi. Vol I*. IHW – Verlag, San Francisco, 1993.
- ESTAFILOCOCCOS EM ALIMENTOS. Artigo de revisão da Universidade Norte do Paraná, Centro de Pesquisa em Ciência e Tecnologia do Leite, 2010.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Garantia da Qualidade dos produtos da pesca. Fao Fisheries Technical Paper. Paris, France, FAO, 1997.
- FAO.Food and Agricultura Organization. International principles for responsible Shrimp Farming. Bangkok, Thailand. Paris, France, FAO, 2007,20 pp.
- FAO.Food and Agriculture Organization. World Livestock in food security, 2011, p - 100-120, v.1.
- FAO.Food and Agriculture Organization. World Review of fisheries and aquaculture FAO, 2012, p-1-148.
- FAUQUET C. M., MAYO M. A., MANILOFF J., DESSELBERGER U. & BALL L.A. Virus Taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the

International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, 1259 pp, 2005.

FERNANDEZ, D; ZANUY, S; BEBIANO, M. J; PORTE, C. Chemical and biochemical tools to assess pollution exposure in cultured fish. *Environmental Pollution* 152, p-138–146, 2008.

FLEGEL, T. W. Detection of major penaeid shrimp viruses in Asia, a historical perspective with emphasis on Thailand. *Journal of Aquaculture* 258, p-1–33. 2006b.

FLEGEL, T. W. The special danger of viral pathogens in shrimp translocated for aquaculture. *Science Asia* 32, p-215–231, 2006b.

FLEGEL, T. W.; LIGHTNER, D. V.; LO, C. F.; OWENS, L. Shrimp disease control past, present and future. *Diseases in Asian Aquaculture VI*, Fish Health Section. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, p-355–378, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) State of world aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 500, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p-134, 2006.

FRELIER, P. F., SIS, R. F., BELL, T. A., LEWIS, D. H. Microscopic and ultrastructural studies of necrotizing Hepatopancreatitis in Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) cultured in Texas. **Journal Veterinary Pathology**, 29, 269–277, 1992.

FRELIER, P. F; LOY, J. K.; KRUPPENBACH, B. Transmission of necrotizing hepatopancreatitis in *Penaeus vannamei*. **Journal Invertebrate Pathology**, 61, p-44–48. 1993.

FRIAS- ESPERICUETA, M. G., VOLTOLINA, D., OSUNA López, J.I. Acute toxicity of Cd Hg and Pb to whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 67, p-580–586, 2001.

FRIAS- ESPERICUETA, M. G; VOLTOLINA, D; OSUNA-LÓPEZ, J. I. Acute toxicity of cadmium, mercury, and lead to white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. *Bull. Environ. Contam Toxicology*, 67, p-580–586, 2001.

FRÍAS-ESPERICUETA M. G; LANOGORIA, R Castro; GALLARDO, Barrón; OSUNA-LÓPEZ, J. I; ROSALES, S. M. Abad; VOLTOLINA, D. Histological changes and survival of *Litopenaeus vannamei* juveniles with different copper concentrations. **Aquaculture**, 278, p-97–100, 2008.

FRIAS-ESPERICUETA M. G; SELENE, Abad-Rosales; AIDEÉ C. Nevárez Velázquez; López Osuna Isidro; OSUNA Páez-Frederico; Olvera Lozano Leandro;

VOLTOLINA, Domenico. Histological effects of a combination of heavy metals on Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Aquatic Toxicology**, 89 , p-152–157. 2008.

FRIAS-ESPERICUETA, M.G., VOLTOLINA, D., OSUNA López, J.I. Acute toxicity of copper, zinc, iron and manganese and of the mixtures copper–zinc and iron–manganese to whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71, p-68–74, 2010.

FRIAS-ESPERRICUETA, M. G, VOLTOLINA, D.; OSUNA-LÓPEZ, G; FIERRO, Izaguirre. A toxicity of metal mixtures to the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae. **Marine Environmental Research**, p-223–226, 2009.

GARZA J.R., HASSON K.W., POULOS B.T., REDMAN R.M., WHITE B.L. & LIGHTNER D.V. Demonstration of infectious Taura syndrome virus in the feces of sea gulls collected during an epizootic in Texas. **Journal Aquatic Animal Health**, 9, p-156–159, 1997.

GÓES, Lilian Maria Nery de Barros. Uso de metabissulfito de sódio na pós-colheita de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p-16-36, 2005.

GONÇALVES, Alex Augusto. Tecnologia do Pescado- ciência, tecnologia, inovação e legislação. Rio de Janeiro. Editora Atheneu. 2011.

GOUKA, R. J.; PUNT, P. J.; VAN DEN HONDEL, C. A. M. J. J. Efficient production of secreted proteins by *Aspergillus* progress, limitations and prospects. *App. Microbiology. Biotechnology* 47, p-1- 11, 1997.

JAY, James M. Microbiologia de Alimentos. In **Frutos do Mar**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p . 119-128.

HASSON KW, LIGHTNER DV, POULOS BT, REDMAN RM, WHITE BL, BROCK JA, BONAMI JR. Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: demonstration of a viral etiology. **Disease Aquatic Organization**, 23, p-115–126, 1995.

HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., MOHNEY, L.L., REDMAN, R.M., POULOS, B.T., WHITE, B.L. Taura syndrome virus (TSV) lesion development and the diseases cycle in the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Disease Aquatic. Organization*, 36, p-81–93, 1999.

HASSON, K.W., LIGHTNER, D.V., MOHNEY, L.L., REDMAN, R.M., POULOS, B.T., WHITE, B.L. Taura syndrome virus (TSV) lesion development and the diseases cycle

in the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. **Disease Aquatic Organization**, 36, p-81–93, 1999.

HUSS, H. H. Assurance of Seafood Quality, Editores: FAO, Fisheries Technical. Food and Agriculture Organization, Rome. Paper No. 334. pp. 169, 1994.

HUSS, H. H.; ABABOUC, L.; GRAM L. Assessment and management of seafood safety and quality. Roma.FAO,2003 (Fisheries Technical Paper 444), p-230.

JIANG, G; YU R; ZHOU, M. Modulatory effects of ammonia-N on the immune system of *Penaeus japonicus* to virulence of white spot syndrome virus. **Journal of Aquaculture**, 241, p-61-75, 2004.

JIMENES, M. G.; BALCAZAR, J. L. Uso de filtros biológicos en larvicultura del *Litopenaeus vannamei*: Principios generales. **Revista Aquatic**, 18, p. 11-14, 2003.

JIMENEZ R., BARNIOL, R., MACHUCA, M. An epizootic of an intracellular bacterium in cultured penaeid shrimp (Crustacea: Decapoda) in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. In: Flegel, T.W., MacRae, I.H. (Eds.), Diseases in Asian Aquaculture III. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, 1997.

JIMENEZ, R. Síndrome de Taura (resumen). In: Acuicultura del Ecuador. In: Jimenez R (ed) **Revista especializada de la Cámara Nacional de Acuicultura**. Guayaquil, p 1–16, 1992.

JOHNSON S.K. Handbook of Shrimp Diseases.Texas A&M Sea Grant College Program, Galveston, TX, USA, 1990.

KHOA, L. V.; HATA, K.; AOKI, T. *Fusarium incarnatum* isolated from black tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, with black gill disease cultured in Vietnam. **Journal Fish Disease**, 27, p- 507- 515, 2004.

KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. F. Kubitza. Jundiaí, São Paulo, p. 265-305, 2003.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. C; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. *Tratado de micologia médica*. Sarvier, São Paulo, 2002.

LIGHTNER D. V. The penaeid shrimp viral pandemics due to IHHNV, WSSV, TSV and YHV: history in the Americas and current status. In: Sakai, Y., McVey, J.P.Jang, D., McVey, E., Caesar, M. (Eds.). Proceedings of the Thirty-second US Japan Symposium on Aquaculture. US – Japan Cooperative Program in Natural Resources (UJNR). US Department of Commerce, N.O.A.A., Silver Spring, MD,USA, pp. 6–24, 2003.

LIGHTNER D. V. Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): a review. **Journal Invertebrate Pathology**, 106, 110–130, 2011.

LIGHTNER D. V., PANTOJA C. R., POULOS B. T., TANG K. F. J., REDMAN R. M., PASOS DE ANDRADE T;BONAMI J. R. Infectious myonecrosis: new disease in Pacific white shrimp. **Global Aquaculture Advocate**, 7, p-85, 2004.

LIGHTNER D.V. Viral diseases of farmed shrimp in the western hemisphere (the Americas): a review. **Journal Invertebrate Pathology** 106 (1), p-110–130, 2011b.

LIGHTNER, D. V, PANTOJA, C. R. Infectious Myonecrosis (IMV): current status report on the biology of etiological agent and development of diagnostic methods. Feira Nacional do Camarão (FENACAM), 3–7.February 2004. Anais, Rio Grande do Norte, Brazil, p. 22, 2004.

LIGHTNER, D. V. Exclusion of specific pathogens for diseases control in penaeid shrimp biosecurity program. In: Lee, C.S., O'Bryen, P.J. (Eds.), Biosecurity in aquaculture production systems: Exclusion of pathogens and other undesirables. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 81–116, 2003.

LIGHTNER, D. V. Status of shrimp diseases and advances in shrimp health management. In: Bondad-Reantaso, M.G., Jones, J.B., Corsin, F., Aoki, T. (Eds.), Diseases in Asian Aquaculture VII. Fish Health Section. Asian Fisheries Society, Selangor, Malaysia, p-121–134, 2011a.

LIGHTNER, D. V. The penaeid shrimp viruses TSV, IHHNV, WSSV, and YHV: currents status in the Americas, available diagnostics methods, and management strategies.**Journal Appliaance Aquaculture**, 1999

LIGHTNER, D. V., REDMAN, R. M. Strategies for the control of viral diseases of shrimp in the Americas. **Fish Pathology**, 33 (4), p-165–180,1998.

LIGHTNER, D.V. Handbook of Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Penaeid Shrimp. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, USA, 1996.

LIN, Y. F.; JING, S. R.; LEE, D. Y.; WANG, T. W. Removal of solids and oxygen demand from aquaculture wastewater with a constructed wetland system in the start-up phase. *Water Environ. Res.* 74(2), p-136-141, 2002.

LO C.F., AOKI T., BONAMI J.R., FLEGEL T.W., LEU J.H., LIGHTNER D.V., STENTIFORD G., SÖDERHÄLL K., WALKER P.W. WANG H.C., XUN X., YANG F. & VLAK J.M. *Nimaviridae*. In: Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, King

A.M.Q., Adams M.J., Carstens E.B., & Lefkowitz E.J., eds. Elsevier Academic Press, San Diego, CA. USA, pp: 229–234, 2012.

LOTZ J. M. Disease control and pathogen status assurance in an SPF-based shrimp aquaculture industry, with particular reference to the United States. *In: Diseases in Asian Aquaculture III*, Flegel T.W. & MacRae I.H., eds. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, The Philippines, p-243–254, 1997a.

LOTZ J. M. Effect of host size on virulence of Taura virus to the marine shrimp *Penaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae). **Disease Aquatic Organization**, 30, p-45–51, 1997b.

LOTZ J. M., ANTON, L. S. & SOTO M. A. Effect of chronic Taura syndrome virus infection on salinity tolerance of *Litopenaeus vannamei*. *Disease Aquatic Organization*, 65, p-75–78, 2005.

LOTZ J. M., BROWDY C. L., CARR W. H., FRELIER P. F. & LIGHTNER D. V. USMSFP suggested procedures and guidelines for assuring the specific pathogen status of shrimp broodstock and seed. *In: Swimming through Troubled Water, Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture*, 95, Browdy C.L. & Hopkins J.S., eds. San Diego, California, 1–4 February 1995. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, USA, p-66–75, 1995.

LOTZ J. M., FLOWERS A. M; BRELAND V. A model of Taura syndrome virus (TSV) epidemics in *Litopenaeus vannamei*. **Journal Invertebrate Pathology**, 83, p-168–176, 2003.

LOY J. K., FRELIER P. F., VARNER P; TEMPLETON J. W. Detection of the etiologic agent of necrotizing hepatopancreatitis in cultured *Penaeus vannamei* from Texas and Peru by polymerase chain reaction. **Disease Aquatic Organization**, 25, p-117–122, 1996b.

LOY J.K. & FRELIER P.F. Specific, nonradioactive detection of the NHP bacterium in *Penaeus vannamei* by *in situ* hybridization. **Journal Veterinary Diagnostic Investigate**, 8, p-324–331, 1996.

LOY J.K., DEWHIRST F.E., WEBER W., FRELIER P.F., GARBAR T.L., SERBAN I.T. & TEMPLETON J.W. Molecular phylogeny and *in situ* detection of the etiologic agent of necrotizing hepatopancreatitis in shrimp. *Appliance Environment Microbioogy*, 62, p-3439–3445, 1996 a.

- LUO P., HU C.Q., REN C.H. & SUN Z.F. Taura syndrome virus and mammalian cell lines. *Emergence Infectious Disease*, 10, p-2260–2261, 2004.
- MAEDA M., ITAMI T., MIZUKI E., TANAKA R., YOSHIZU Y., DOI K., YASUNAGA-AOKI C., TAKAHASHI Y. & KAWARABATA T. Red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*): an alternative experimental host in the study of white spot syndrome virus. **Journal Genetic Virology**, 44, p-371–374, 2000.
- MARI J., POULOS B. T., LIGHTNER D. V. & BONAMI J. R. Shrimp Taura syndrome virus: genomic characterization and similarity with members of the genus Cricket paralysis-like viruses. **Journal Genetic Virology**, 83, p-917–928, 2002.
- MOMOYAMA K., HIRAOA M., INOUE K., KIMURA T. & NAKANO H. Diagnostic techniques of the rod-shaped nuclear virus infection in the kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*. **Fish Pathology**, 30, p-263–269, 1995.
- MOMOYAMA K., HIRAOA M., NAKANO H. & SAMEISHIMA M. Cryopreservation of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) and its survival in sea water at different temperatures. **Fish Pathology**, 33, 95–96, 1998.
- MOMOYAMA K., HIRAOA M., NAKANO H., KOUBE H., INOUE K. & OSEKO N. Mass mortalities of cultured kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, in Japan in 1993: Histopathological study. **Fish Pathology**, 29, p-141–148, 1994.
- MORALES-COVARRUBIAS M. S., LOZANO-OLVERA R. Y. & HERNÁNDEZ-SILVA A. J. Necrotizing hepatopancreatitis in cultured shrimp caused by extracellular and intracellular bacteria. *Tilapia & Camarones*, 5, p-33–39, 2010.
- MORALES-COVARRUBIAS M. S., MOURA LEMUS-PEREIRA A., SOLÍS MONTIEL V.T., RUÍZ-LUNA A; CONROY G. Prevalence of diseases in cultured white shrimp (*penaeus vannamei*) in eight regions of Latin America. **Revista Científica FCV-LUZ**, (In press), 2011a.
- MORALES-COVARRUBIAS M. S., TLAHUEL-VARGAS L., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ I. E., LOZANO-OLVERA R; PALACIOSARRIAGA J. M. NHP infection in *Penaeus vannamei* with florfenicol and oxytetracycline: a comparative experimental study. **Revista Científica, FCV-LUZ**, (In press), 2011b.
- MORALES-COVARRUBIAS M. S. *Enfermedades Del camarón. Detección mediante análisis en fresco e histopatología*. Editorial Trillas, Col. Pedro María Anaya, Segunda edición, México, D.F, p- 1-180, 2010.
- MORALES-COVARRUBIAS, M. S., NUNAN, L. M., LIGHTNER, D. V., MOTA-URBINA, J. C., GARZA- AGUIRRE, M. C., CHÁVEZ-SÁNCHEZ, M. C. Prevalence

of Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) in wild adult blue shrimp *Penaeus stylirostris* from the northern Gulf of California, Mexico. **Journal Aquatic Animal. Health** 11, p-296–301, 1999.

MOSS S. M. & MOSS D. R. Selective breeding of penaeid shrimp. *In: Shellfish Safety and Quality*, Shumway S. & Rodrick G., eds. Woodhead Publishers, London, UK. Chapter 17, p-425–452, 2009.

MOSS, S. M. Growth rate, nucleic acid concentration, and RNA/DNA ratios of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, fed different algal diets. *Journal Experience. Marine Biology Ecology*, 182 (2), p-193-204, 1994.

MOSS, S. M.; LEAMASTER, B. R.; SWEENEY, J. N. Relative abundance and species composition of Gram-negative, aerobic bacteria associated with the gut of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in oligotrophic well water and eutrophic nursery water. **Journal World Aquaculture Society**, 31 (2), p-225- 263, 2007.

MULLER, Isabel C, ANDRADE, Thales P. D, TANG Kathy F. J. Nelson, MARQUES, Maria R. F, LIGHTNER, Donald V. Genotyping of white spot syndrome virus (WSSV) geographical isolates from Brazil and comparison to other isolates from the Americas. **Disease Aquatic Organization**, Vol. 88: 91–98, 2010.

NAKANO H., HIRAOKA M., SAMESHIMA M., KIMURA T. & MOMOYAMA K. Inactivation of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV), the causative agent of penaeid acute viraemia (PAV), by chemical and physical treatments **Fish Pathology**, 33, 65–71, 1998.

NARTORI, Mariene N; SUSSEL, Fabio R; DOS SANTOS, Elaine C.B; PREVIEIRO, NASCIMENTO AR; JESUS JR; PEREIRA MSS. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* e bactérias aeróbias mesófilas em camarão fresco, sururu e carne móida comercializados em Sao Luis (MA). *Caderno Pesqueiro*; 10:9-18, 1999.

NASH, C.E. Production of aquatic animals: crustaceans, molluscs, amphibians, and reptiles. **In The Crustaceans**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1991. p . 21-29.

NIELSEN L., SANG-OU M, CHEEVADHANARAK S; FLEGEL T.W. Taura syndrome virus (TSV) in Thailand and its relationship to TSV in China and the Americas. **Disease Aquatic Organization**, 63, p-101–106, 2005.

- NUNES A.J. P, CUNHA-MARTINS P; VASCONSELOS-GESTEIRA T.C. Carcinicultura ameaçada. **Revista Panorama Aquiculture**, 83, p-37–51 (in Portuguese), 2004.
- NUNES, A. J. P., MARTINS, P. C. C., GESTEIRA, T. C. V. Produtores sofrem com as mortalidades decorrentes do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV). *Panorama da Aqüicultura*, pp. 37–51, 2004.
- OIE. Aquatic Animal Health Code, 13th ed. World Organization for Animal Health, Paris, France, 301p, 2010.
- OIE. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animal Diseases. World Organization for Animal Health, Paris, France, 383p, 2009.
- OIE. Aquatic Animal Health Code, 15th ed. World Organization for Animal Health, Paris, France, p, 2012.
- OLIVER, J. D, e KAPER, J. B. *Vibrio* Species. In: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. Editores: M. P. Doyle, L. R. Beuchat e T. J. Montville. ASM Press (Washington, D. C.), 228-264, 1997.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Codex Alimentarius*. General standard for food additives. Roma, CXS 192, P-1-5, 1995.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Codex Alimentarius*. General standard for contaminants and toxins in food and feed. Roma, CXS 193, P-1-15, 1995.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Codex Alimentarius*. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management (MRM). Rome, CAC/GL 63, p-1-19, 2007.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Codex Alimentarius*. Working of risk analysis for food safety for application by governments. Rome, CAC/GL 62, p-1-4, 2007.
- ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE. HACCP: Instrumento Essencial Para a Inocuidade de Alimentos. In *Perigos Biológicos, Químicos e Físicos*. Buenos Aires: INNPPAZ, p-128-220, 2001.
- PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. Comportamento de *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases clara e escura do período de 24 horas. *Revista Brasileira Zoologia*, 22, p-648-652, 2004.

- POULOS B. T., TANG K. F. J., PANTOJA C. R., BONAMI J. R. & LIGHTNER D. V. Purification and characterization of infectious myonecrosis virus of penaeid shrimp. **Journal Genetic Virology**, 87, p-987–996, 2006.
- RAPER, K. B.; FENEL, D. I. *The genus Aspergillus*. Robert & Krieger, Florida, 1997.
- Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIPOA) legitimado pelo Decreto nº 30.691/1952. Brasília, DF, 1952.
- RIBEIRO, R. P. Ambiente e água para a piscicultura. In: Moreira, H. L. M.; Vargas, L.; Ribeiro, R. P.; Zimmermann, S. Fundamentos da moderna aquicultura. Canoas. Ed. ULBRA. P. 37-43, 2001.
- ROCHA, I. P. Carcinicultura brasileira: desenvolvimento tecnológico, sustentabilidade ambiental e compromisso social. Revista da ABCC, Recife, ano 9, set. 2003.
- ROCHA, I. P. Carcinicultura Brasileira: Processos Tecnológicos, Impactos Socioeconômicos, Sustentabilidade Ambiental, Entraves e Oportunidades. **Revista da Responsabilidade Socioambiental Instituto Chico Mendes e ABCC**, 2011.
- ROCHA, I. P. Desempenho da carcinicultura brasileira em 2007: desafios e oportunidades para 2008. **Revista da ABCC**, Recife, ano 10, mar. 2008.
- ROCHA, M. M. R. M.; MAIA, E. P.; ARAGÃO, M. L. Avaliação do cultivo semi-intensivo de *L. vannamei*, mediante processos de estocagem direta e indireta. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura; Congresso Sul Americano de Aqüicultura; Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão, 1998, Recife. Associação Brasileira de Aquicultura – Abraaq, p. 299-308, 1998.
- ROQUE A; MOLINA-AJA,A; BOLÁN,MÉJIA; GOMES-GIL.B. In vitro susceptibility to 15 antibiotics of vibrios isolated from penaeid shrimps in Northwestern Mexico. **International Journal of Antimicrobial Agents**,v.17, p-383-387, 2001.
- ROSENBERRY B. World Shrimp Farming 2004, Number 17, Published by Shrimp News International, San Diego, California, USA, 276 pp. 2004.
- SANCHES, E. G.; PANNUTI, C. V.; SEBASTIANI, E.F. A piscicultura marinha como opção para a carcinicultura brasileira. **Revista Aquicultura e Pesca**, n. 36, p. 12-19, 2008.
- SANCHEZ-BARAJAS M., LINAN-CABELLO M.A. & MENA-HERRERA A. Detection of yellow-head disease in intensive freshwater production systems of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture International**, 17, p-101–112, 2009.
- SANTANA, E. H. W; BELOTI, L.C; ARAGON-ALEGRO M.B.O. C; MENDONÇA.

- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Relatório estudo de mercado Aquicultura e Pesca: Camarões, Setembro, 2008.
- SEIFFERT, W.Q. Enfermidades: uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos. *Panorama da Aquicultura*, v.97, p.32-33, 2006.
- SENAPIN, S, PHEWSAIYA, K, BRIGGS, M, FLEGEL T.W. Outbreaks of infectious myonecrosis virus (IMNV) in Indonesia confirmed by genome sequencing and use of an alternative RT-PCR detection method. **Journal of Aquaculture**, 266, p-32–38, 2007.
- SILVA, Lidiane R.C.; ODACY, Camilo de S; FERNANDES, Maria José dos Santos; LIMA, Débora Maria Massa; COELHO, Rosalie Reed Rodrigues; MOTTA, Cristina Maria Souza. Culturable fungal diversity of shrimp *Litopenaeus vannamei* (BOONE) from breeding farms in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, p- 49-56, 2011.
- STENTIFORD G. D., BONAMI J. R. & ALDAY-SANZ V. A critical review of susceptibility of crustaceans to Taura Syndrome, yellowhead disease and white spot disease and implications of inclusion of these diseases in European legislation. *Aquaculture*, 291, p-1–17, 2000.
- STENTIFORD G.D., BONAMI J.-R. & ALDAY-SANZ V. A critical review of susceptibility of crustaceans to Taura syndrome, Yellow head disease and White Spot Disease and implication of inclusion of these diseases in European legislation. *Aquaculture*, 291, 1–17, 2009.
- TANG K. F .J., PANTOJA C. R., POULOS B. T., REDMAN R. M; LIGHTNER D. V. *In situ* hybridization demonstrates that *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *Penaeus monodon* are susceptible to experimental infection with infectious myonecrosis virus (IMNV). **Disease Aquatic Organization**, 63, p-261–265, 2005.
- TANG K. F. J., PANTOJA C. R., REDMAN R. M. & LIGHTNER D. V. Development of *in situ* hybridization and RTPCR assay for the detection of a Nodavirus (PvNV) that causes muscle necrosis in *Penaeus vannamei*. **Disease Aquatic Organization**, 75, p-183–190, 2007.
- Thiago de C; VIEGAS, Elisabete M.M; GAMEIRO, Augusto H. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. *Informações Econômicas*, SP, v. 41, n. 2, fev. 2011.
- TSAI M.F., KOU G.H., LIU H.C., LIU K.F., CHANG C.F., PENG S.E., HSU H.C., WANG C.H; LO C.F. Long-term presence of white spot syndrome virus (WSSV) in a

cultivated shrimp population without disease outbreaks. **Disease Aquatic Organization**, 38, p-107–114, 1999.

TU C., HUANG H.T., CHUANG S.H., HSU J.P., KUO S.T., LI N.J., HUS T.L., LI M.C. & LIN S.Y. Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. **Disease Aquatic Organization**, 38, 159–161, 1999.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Bacterial Pathogens Growth and Inactivation. In: **Fish and fisheries products hazards and controls guidance**. 3.ed. jun. 2001. Disponível em: <<http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt19.htm>>. Acesso em: 10 mai, 2013.

VALENTI, W.C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J.R. *Aqüicultura no Brasil – bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília, 399p, 2000.

VAN REGENMORTEL M.H.V., FAUQUET C.M., BISHOP D.H.L., CARTENS E.B., ESTES M.K., LEMON S.M., MANILOFF J., MAYO M.A., MCGEOCH D.J., PRINGLE C.R. & WICKNER R.B. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Seventh **Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. Academic Press, San Diego, USA, 2000.

VAN WYK, P. M.; SAMOCHA, T. M.; HAMPER, L.; EMBERSON, C. R.; DAVIS, A. D; MCINTOSH, D.; LAWRENCE, A.L. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona and Florida. **Journal of Applied Aquaculture**, 12, 1-42, 2002.

VANPATTEN K. A., NUNAN L. M; LIGHTNER D. V. Seabirds as potential vectors of penaeid shrimp viruses and the development of a surrogate laboratory model utilizing domestic chickens. **Aquaculture**, 241, p-31–46, 2004.

VENEGAS C. A., NONAKA L., MUSHIAKE K., NISHIZAWA T. & MUROG K. Quasi-immune response of *Penaeus japonicus* to penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV). **Disease Aquatic Organization**, 42, p-83–89, 2000.

VENEGAS C. A., NONAKA L., MUSHIAKE K., SHIMIZU K., NISHIZAWA T. & MUROGA K. Pathogenicity of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) to kuruma prawn in different developmental stages. **Fish Pathology**, 34, p-19–23, 1999.

VIDAL O. M., GRANJA C. B., ARANGUREN F., BROCK J. A. & SALAZAR M. A profound effect of hyperthermia on survival of *Litopenaeus vannamei* juveniles infected with white spot syndrome virus. **Journal World Aquaculture Society**, 32, p-364–372, 2001.

VIEIRA, COSTA R. A; MOREIRA, B. A. B; CARVALHO F. C. T; MENEZES F. G. R, SILVA CM, R. H. S. F. Staphylococcus coagulase-positiva e enterobactérias em camarão *Litopenaeus vannamei* comercializado “in natura”. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 70(4): p-566-71, 2011.

VIEIRA, R.H.S.F. Microbiota natural do pescado fresco. Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado – teoria e pratica. São Paulo: Varela; p.45-57, 2004.

VIEIRA, Regina H.; ROCHA, Rafael dos S.; CARVALHO, Edirsana M. Ribeiro; GESTEIRA, Tereza C. V. *Vibrio* na água e sedimento de viveiros de quatro fazendas de carcinicultura no estado do Ceará, Brasil. Sao Paulo, v. 47, n. 6, p. 454-460, 2010.

WALKER P. J., COWLEY J. A. SPANN K. M., HODGSON R. A. J. HALL M. R; WITHYACHUMNARNKUL B. Yellow head complex viruses: Transmission cycles and topographical distribution in the Asia-Pacific Region. *In: The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*, Browdy C.L. & Jory D.E., eds. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, LA, USA, 292–302, 2001.

WAN NORHANA M. N, POOLE S. E, DEETH H. C, DYKES G. A. Prevalence and persistence and control of *Salmonella* in shrimp and shrimp products: **A review. Food Control**, 2, p-343–61, 2010.

WANG Q, NUNAN, L. M, LIGHTNER D. V. Identification of genomic variations among geographic isolates of white spot syndrome virus using restriction analysis and Southern blot hybridization. **Disease Aquatic Organization**, 43, p-175–181, 2000.

WERTHEIM J. O., TANG K. F. J., NAVARRO S. A, LIGHTNER D. V. A quick fuse and the emergence of Taura syndrome virus. *Virology*, 390 (2), p-324–329, 2009.

WHITE B. L., SCHOFIELD P. J., POULOS B. T, LIGHTNER D. V. A laboratory challenge method for estimating Taura Syndrome virus resistance in selected lines of Pacific White Shrimp *Penaeus vannamei*. **Journal World Aquaculture Society**, 33, p-341–348, 2002.

WHO. World Health Organization Mundial. Food safety associated with products from aquaculture. Disponível em: http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/en/aquaculture.pdf, 2012. Acessado em: 23 de mar, 2013.

- WONGTEERASUPAYA C, PUNGCHAI P, WITHYACHUMNARNKUL B, BOOMSAENG V, PANYIM S, FLEGEL T. W, WALKER P. J. High variation in repetitive DNA fragment length for white spot syndrome virus (WSSV) isolates in Thailand. **Disease Aquatic Organization**, 54, p -253–257, 2003.
- WU, J. P; CHEN, H. C. Effects of cadmium and zinc on oxygen consumption, ammonium excretion, and osmoregulation of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Chemosphere* 57, p- 1591–1598, 2004.
- WUHRMANN, K.; WORKER, H. Experimentelle untersuchungen uber die ammoniak- und blausaurevergiftung- Schuweis. *Z. Hydrol.* Vol 11, p-210-244, 1948.
- YU C.I.; SONG Y.L. Outbreaks of Taura syndrome in pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. **Fish Pathology**, 32, p-21–24, 2000.
- YU, J.; CLEVELAND, T. E.; NIERMAN, W. C.; BENNETT, J. W. *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases. **Revista Iberoamericana Micology**, 22, p-194-202, 2005.