



A PRODUÇÃO INTEGRADA NA CARCINICULTURA BRASILEIRA

PRINCÍPIOS E PRÁTICAS PARA
SE CULTIVAR CAMARÕES MARINHOS
DE FORMA MAIS RACIONAL E EFICIENTE

Volume II.

Cultivando camarões marinhos

Editores

Antonio Ostrensky e Nathieli Cozer

Autores

Antonio Ostrensky

Nathieli Cozer

Ubiratã de Assis Teixeira da Silva

Revisão

Gisela Geraldine Castilho-Westphal

Imagem da Capa

Diogo Barbalho Hungria

**Projeto Gráfico,
Edição e Diagramação**

Leonardo de Aguiar

A PRODUÇÃO INTEGRADA NA CARCINICULTURA BRASILEIRA

PRINCÍPIOS E PRÁTICAS PARA
SE CULTIVAR CAMARÕES MARINHOS
DE FORMA MAIS RACIONAL E EFICIENTE

Volume II.

Cultivando camarões marinhos

P963 A produção integrada na carcinicultura brasileira: princípios e práticas para se cultivar camarões marinhos de forma mais racional e eficiente / Antonio Ostrensky... [et al.]. Curitiba: Instituto GIA, 2017.

2 v.; il.

Conteúdo: v.1. Aspectos biológicos, sanitários, legais, ambientais, sociais e operacionais - v. 2. Cultivando camarões marinhos

1. Carcinicultura. 2. Camarão marinho. 3. Camarão – Criação - Brasil. I. Ostrensky, Antonio. II. Título.

CDU: 639.512(81)



Este livro é fruto do projeto “*Desenvolvimento de novas tecnologias para produção de ostras e camarões no litoral paranaense (CNPq Processo 403705-2013-4)*”. Ele não tem fins lucrativos e toda a renda obtida a partir da sua comercialização será reinvestida em sua publicação.

SUMÁRIO

	Apresentação	1
<hr/>		
1	A cadeia produtiva da carcinicultura brasileira	4
1.1	Introdução	4
1.2	Serviços e produtos associados à cadeia produtiva do camarão	5
1.2.1	Assistência técnica e extensão rural	6
1.2.2	Treinamento e capacitação	7
1.2.3	Cooperativas e associações	8
1.2.4	Licenciamento ambiental	9
1.2.5	Crédito	9
1.2.6	Ciência e tecnologia	10
1.2.7	Logística	11
1.2.8	Insumos e equipamentos	11
1.3	Produção de pós-larvas	12
1.4	Engorda	14
1.5	Beneficiamento e processamento	16
1.6	Comercialização	17
1.7	Referências bibliográficas	20
<hr/>		
2	A seleção de áreas para a instalação de fazendas de cultivo de camarões marinhos	22
2.1	Análise de investimento	22
2.2	Critérios de seleção de áreas	24
2.2.1	Custo da terra	25

2.2.2	Clima	26
2.2.3	Restrições de ordem legal	27
2.2.4	Infraestrutura e logística	27
2.2.5	Fatores de produção (oferta de bens e serviços) e disponibilidade de mão de obra	28
2.2.6	Acesso ao mercado consumidor	28
2.2.7	Qualidade local da água	29
2.2.8	Quantidade de água disponível	32
2.2.9	Características físicas e químicas do solo	35
2.2.9.1	Horizontes	36
2.2.9.2	Textura	37
2.2.9.3	Microporosidade	39
2.2.9.4	Plasticidade	40
2.2.10	Tipos de solo e sua relação com a carcinicultura	41
2.2.10.1	Solos argilosos	41
2.2.10.2	Solos arenosos	42
2.2.10.3	Solos orgânicos	43
2.2.10.4	Solos sulfurosos-ácidos	44
2.2.11	Topografia	46
2.3	Zoneamento de áreas propícias para carcinicultura	46
2.4	Referências bibliográficas	48

3	Construção das estruturas físicas de uma fazenda de cultivo de camarões	50
3.1	Projeto de engenharia	50
3.2	Terraplanagem	51
3.3	O canal de adução	52
3.4	Estação de bombeamento (estação de elevação)	53
3.5	O canal de abastecimento	55
3.6	Pré-berçários	56
3.6.1	Tipos de tanques	57
3.6.2	Cobertura	59

3.7	Viveiros	57
3.7.1	Formatos de viveiro	60
3.7.2	Tamanho dos viveiros	61
3.7.3	Profundidade dos viveiros	62
3.7.4	Declividade do fundo do viveiro	62
3.7.5	Diques de contenção de água	63
3.7.5.1	Diques construídos com solo adequado	64
3.7.5.2	Diques construídos com solo de qualidade limítrofe	65
3.7.6	Estruturas de controle de drenagem	67
3.8	Canais de drenagem e lagoas de decantação e de estabilização	71
3.9	Vias, estruturas anexas e edificações	77
3.9.1	Estradas internas	77
3.9.2	Rede elétrica	77
3.9.3	Galpões	77
3.9.3.1	Galpões para estacionamento e manutenção de tratores e maquinário pesado	78
3.9.3.2	Galpão para armazenamento de corretivos agrícolas e fertilizantes	78
3.9.3.3	Galpão para rações	78
3.9.3.4	Microgalpões/silos para distribuição de ração	78
3.9.4	Escritório	79
3.9.5	Laboratório	79
3.9.6	Cozinha e alojamentos	79
3.10	Referências bibliográficas	80

4	Componentes biológicos presentes nos viveiros	82
4.1	Microrganismos	84
4.1.1	Bactérias	85
4.1.1.1	Bactérias autotróficas	86
4.1.1.2	Bactérias heterotróficas	87
4.1.2	O papel das bactérias heterotróficas na mineralização da matéria orgânica	88

4.1.3	A eficiência na assimilação da matéria orgânica	89
4.1.4	A relação C:N	89
4.1.5	Actinomicetos	90
4.1.6	Fungos	90
4.2	O plâncton	91
4.2.1	Bacterioplâncton	91
4.2.2	Fitoplâncton	92
4.2.3	Zooplâncton	94
4.3	O Bento	96
4.4	Referências bibliográficas	98

5	Parâmetros físicos e químicos determinantes da qualidade ambiental em viveiros de cultivo de camarões.	100
5.1	Temperatura	102
5.2	Salinidade	104
5.3	pH e acidez	105
5.4	Alcalinidade	107
5.5	Dureza	109
5.6	Material em suspensão	110
5.7	Sólidos dissolvidos	111
5.8	Cor, turbidez e transparência	112
5.9	Clorofila a (Chl a)	115
5.10	Oxigênio dissolvido	116
5.11	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	123
5.12	Compostos nitrogenados	124
5.12.1	Ciclo do nitrogênio	125
5.12.2	Toxicidade dos compostos nitrogenados	126
5.13	Fósforo	128
5.14	Sílica	130
5.15	Coliformes totais	130

5.16	Coleta e estocagem de amostras de água	131
5.17	Referências bibliográficas	134

6 **Preparação dos viveiros** **136**

6.1	Análise de solo	136
6.2	Interpretação dos resultados da análise de solo	137
6.2.1	pH e acidez	139
6.2.2	Matéria orgânica e carbono	140
6.2.3	Concentrações de nutrientes	141
6.2.4	Relação C:N	141
6.2.5	Enxofre	143
6.3	Correção do solo	143
6.3.1	Calagem	143
6.3.2	Correção de solos limítrofes	144
6.3.2.1	Correção de solos arenosos	144
6.3.2.2	Correção de solos orgânicos	145
6.3.2.3	Correção de solos sulfurosos-ácidos	146
6.4	Inundação dos viveiros	148
6.5	Fertilização dos viveiros	149
6.5.1	Uso de fertilizantes químicos	150
6.5.2	Uso de fertilizantes orgânicos	152
6.5.3	Efeitos esperados das fertilizações	156
6.6	Referências bibliográficas	158

7 **Tecnologias associadas** **160**

7.1	Aeradores	160
7.1.1	Aeradores para uso em pré-berçários	161
7.1.2	Aeradores para uso em berçários e viveiros	162
7.2	Substratos verticais	165

7.3	Alimentadores automáticos	167
7.4	Biorremediação	168
7.4.1	Probióticos	169
7.4.2	Prebióticos	170
7.4.3	Biotratamento da matéria orgânica	170
7.5	Referências bibliográficas	173

8	Povoamento	174
8.1	Conceitos	174
8.2	Densidade de estocagem	175
8.3	Variação das densidades de estocagem através do tempo	176
8.4	Densidades empregadas atualmente	177
8.5	Aquisição das pós-larvas	178
8.5.1	Avaliação da qualidade das pós-larvas	178
8.5.2	A contagem das pós-larvas	183
8.6	Relação entre os laboratórios e os produtores	184
8.7	Transporte das pós-larvas	185
8.8	Aclimação das pós-larvas	189
8.8.1	Material necessário para a aclimação	190
8.8.2	Procedimentos de aclimação	192
8.9	Estratégias de povoamento das fazendas	196
8.9.1	A recria em tanques pré-berçário (berçários intensivos)	196
8.9.1.1	Preparação dos pré-berçários	198
8.9.1.2	Transferência	200
8.9.2	Viveiros-berçários	201
8.9.2.1	Transferência	203
8.9.3	Povoamento direto	204

8.10	Avaliação das taxas iniciais de sobrevivência	205
8.11	Referências bibliográficas	207

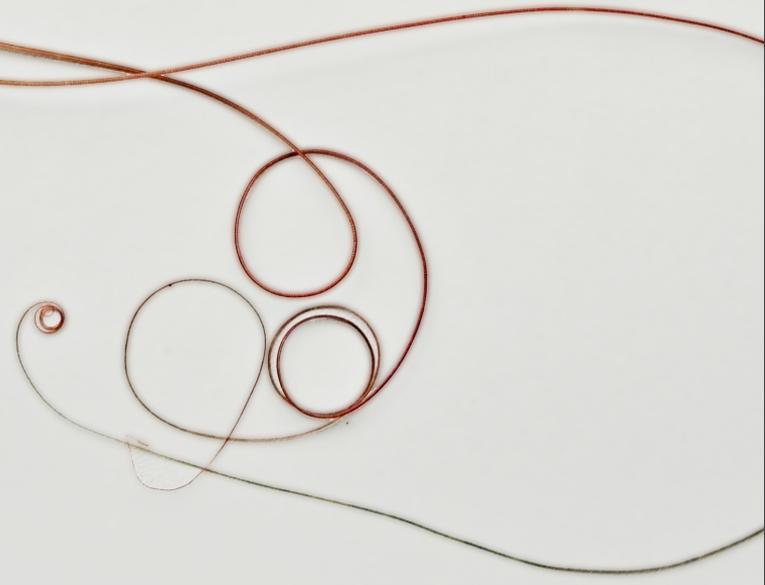
9 O manejo da fazenda durante a fase de engorda 208

9.1	Monitoramento ambiental	208
9.1.1	Manejo do Oxigênio Dissolvido (OD)	210
9.1.2	Manejo dos compostos nitrogenados	213
9.1.3	Manejo do pH e da alcalinidade	215
9.1.4	Manejo da transparência	217
9.1.5	Manejo da salinidade	218
9.1.6	Manejo da temperatura	219
9.2	Renovação da água	219
9.2.1	Fertilizações de manutenção	221
9.3	Monitoramento do alimento natural presente nos viveiros	222
9.4	Manutenção da estrutura dos viveiros	223
9.5	Controle de predadores e competidores	224
9.5.1	Peixes	224
9.5.2	Caranguejos	224
9.5.3	Moluscos	225
9.5.4	Aves	225
9.6	O manejo alimentar	226
9.6.1	Embasamento teórico sobre nutrição e alimentação	226
9.6.1.1	O papel dos nutrientes na alimentação e na fisiologia dos camarões	226
9.6.1.1.1	Proteínas	227
9.6.1.1.2	Lipídios	228
9.6.1.1.3	Carboidratos	229
9.6.1.1.4	Vitaminas	230
9.6.1.1.5	Minerais	231
9.6.1.2	Qualidade da ração utilizada	232
9.6.1.3	Biologia e comportamento alimentar dos camarões	233

9.6.2	Estratégias de alimentação dos camarões marinhos	233
9.6.2.1	Fornecimento de ração	233
9.6.2.2	Locais de distribuição da ração	238
9.6.2.3	Quantidade de ração fornecida	238
9.6.2.4	Frequência alimentar	240
9.6.2.5	Horário para alimentação	241
9.6.2.6	Arraçoamento e muda	242
9.6.2.7	Armazenamento da ração	242
9.6.2.8	Características desejáveis na ração	244
9.6.2.9	Arraçoamento e poluição ambiental	244
9.7	Monitoramento do cultivo	248
9.7.1	Estimativa do número de camarões no viveiro	249
9.7.2	Biometrias	251
9.7.3	Aspectos sanitários	255
9.8	Despesca	258
9.8.1	Tamanho dos camarões ao abate	258
9.8.2	Procedimentos preliminares	259
9.8.2.1	Biometria	259
9.8.2.2	Aquisição do gelo	259
9.8.2.3	Redução do nível de água do viveiro	259
9.8.3	A retirada dos camarões do viveiro	260
9.8.4	Armazenamento dos camarões despescados	262
9.8.5	Despesca mecânica	265
9.9	Manejo dos viveiros pós-despesca	265
9.9.1	Esvaziamento do viveiro	266
9.9.2	Oxidação da matéria orgânica residual	266
9.9.3	Desinfecção do viveiro	267
9.9.3.1	Secagem e exposição ao sol	267
9.9.3.2	Tratamento de poças d'água e de pontos de estagnação de água	268
9.9.3.3	Uso de cloro	268

9.9.4	Tratamento de viveiros com solos sulfáticos	269
9.9.5	Eliminação de macrófitas dos viveiros	270
9.9.6	Reinício do ciclo de produção	271
9.10	Referências bibliográficas	273

10	Normas Técnicas Específicas (NTE's)	278
10.1	Princípios	279
10.2	Objetivo das áreas temáticas	280
10.3	Conteúdo das áreas temáticas	281
10.3.1	Critérios para a escolha do local	281
10.3.2	Aspectos legais	281
10.3.3	Construção dos viveiros e estruturas anexas	281
10.3.4	Preparação dos viveiros	282
10.3.5	Operacionalização dos ciclos de produção	282
10.3.6	Gestão do empreendimento	282
10.3.7	Segurança, meio ambiente e saúde (SMS)	283
10.3.8	Produtos/Compostos químicos	283
10.3.9	Bem-estar e sanidade animal	283
10.3.10	Gestão ambiental e da biodiversidade	283
10.3.11	Bem-estar social e laboral	283



APRESENTAÇÃO

O objetivo de qualquer produtor ou empresário, seja ele um carcinicultor ou um fabricante de parafusos, deve ser sempre otimizar os lucros e reduzir os riscos. Otimizar lucros, porém, não significa necessariamente maximizar a produção, ou seja, produzir no limite da capacidade de suporte de seu sistema produtivo. Infelizmente, na carcinicultura ainda se costuma associar o aumento da lucratividade a aumentos sucessivos na quantidade de camarões produzida, o que nem sempre é verdadeiro.

Como mostrado na figura abaixo (Figura 1), existe uma relação não linear entre a produção (aqui entendida como biomassa produzida e comercializada) e o lucro obtido. Para aumentar a produção, há a necessidade de se aportar mais recursos (financeiros, energéticos, humanos, ambientais...) ao sistema de produção. Mas, quanto maior o volume de recursos exigidos, maiores serão os custos (de investimento e custeio) por unidade de camarão produzida. Em um determinado ponto, o aumento da produção necessariamente faz com que o processo passe a ser menos eficiente e, como resultado, as margens de lucro passem a cair (Figura 1).

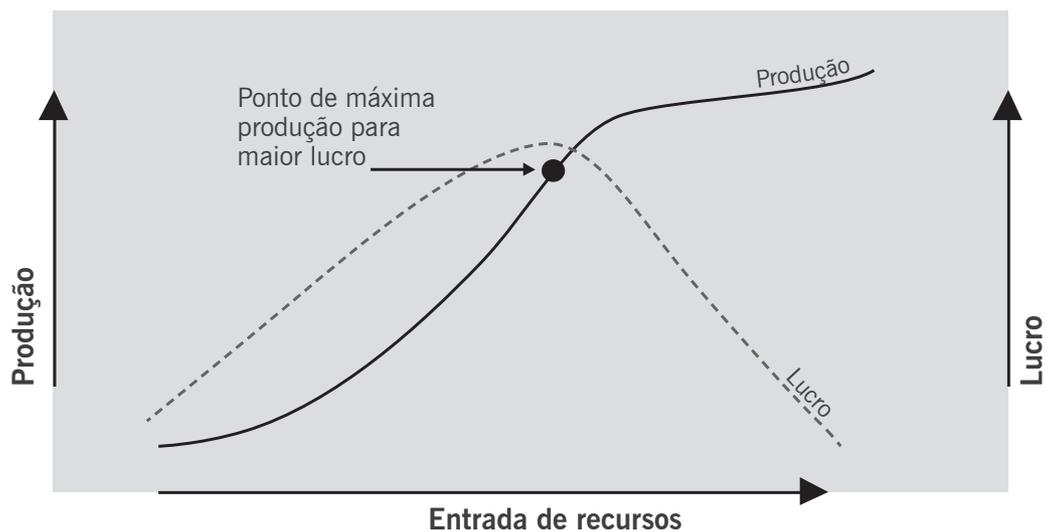


Figura 1. Relação entre o aporte de recursos, o lucro e a produção na carcinicultura.

A carcinicultura brasileira vive momentos difíceis, em que sua imagem vem sendo muitas vezes vendida à sociedade como uma grande vilã ambiental e social; em que a atividade luta contra doenças de alto grau de virulência; em que apenas uma pequena parcela dos empreendimentos instalados está devidamente licenciada. Talvez em função desses fatores, a atividade vem enfrentando restrições regulatórias cada vez mais severas, fazendo com que a obtenção de uma licença de operação, por exemplo, possa levar anos para acontecer, tornando a vida dos carcinicultores ainda mais difícil.

Em momentos como este, ser mais eficiente não pode ser encarado como algo utópico. Por isso, para se otimizar os lucros é preciso otimizar também o resultado de todo o processo produtivo. Significa usar melhor os recursos, desperdiçar cada vez menos, comercializar melhor a sua produção, gerar menos passivos, impactos e conflitos socioambientais.

Nesse contexto, a Produção Integrada (PI) surge com uma visão que se estende para além do objetivo de se produzir de maneira econômica, envolvendo também o controle de todas as externalidades envolvidas no processo. Itens que, a princípio, não impactariam diretamente o balanço financeiro e que, por isso mesmo, são tradicionalmente relegados a um segundo plano, como a preservação da biodiversidade, a qualidade ambiental do entorno e o respeito a princípios éticos e sociais, recebem especial atenção em um processo produtivo integrado.

A aplicação dos princípios da Produção Integrada na carcinicultura certamente permitirá a produção de camarões mais saudáveis, através de um processo produtivo com menor impacto ambiental em relação ao usualmente provocado, além da valorização da mão de obra no meio rural. Estes pontos positivos, ainda que não sejam facilmente mensuráveis, são definitivamente importantes para agregar valor, se não ao camarão produzido e comercializado, com certeza à atividade como um todo.

Não se deve esperar, por outro lado, que produzir de forma integrada seja a solução mágica e única para todos os problemas e desafios da atividade. Não se pode sequer esperar que a PI venha revolucionar a carcinicultura brasileira. Pelo menos, não em curto prazo...

Produzir seguindo os princípios da PI exigirá, de fato, um grau muito maior de planejamento, organização, rigor com os processos técnicos e operacionais das carciniculturas, capacitação e qualificação ao longo de toda a sua cadeia produtiva e uma série muito maior de adequações, de compromissos, de cuidados por parte dos produtores, em relação àqueles que são usualmente adotados em uma fazenda planejada e operada a partir de métodos e procedimentos de cultivo considerados mais “convencionais”.

Por outro lado, produzir de forma integrada não implica em mudar radicalmente técnicas e métodos de cultivo de camarões. Pelo contrário, as técnicas e métodos são fundamentalmente os mesmos. Implica em fazer basicamente as mesmas coisas, mas melhor, de modo rigorosamente mais controlado e de forma integrada e não mais em partes isoladas.

Ou seja, a PI vem para alterar a forma como se trabalha a produção de camarões e não como uma nova tecnologia de produção de camarões. Na verdade, não existem técnicas de produção de camarões em regime de PI ou de “produção convencional”. Há sim, técnicas adequadas ou inadequadas para a produção de camarões.

Este Volume 2 é dedicado aos princípios e as práticas que regem o processo produtivo de camarões marinhos em viveiros. Os principais temas envolvendo seleção de áreas para instalação de fazendas destinadas à carcinicultura são discutidos. Também são apresentadas as boas práticas na instalação e na operação de uma fazenda de cultivo de camarões marinhos. E, por fim, todas as etapas do processo produtivo são cuidadosamente fundamentadas, descritas e discutidas, com o objetivo de orien-

tar produtores, agentes multiplicadores, agentes públicos das mais variadas áreas de atuação e estudantes sobre como é possível se produzir camarões marinhos de forma mais equilibrada e racional, minimizando impactos, reduzindo desperdícios, utilizando melhor todos os recursos disponíveis e maximizando os lucros.

A cadeia produtiva da carcinicultura brasileira

Nathieli Cozer

1.1 Introdução

Há dois tipos de cadeias produtivas na agropecuária: a de produção de commodities (milho, trigo, soja, algodão, cacau, entre outros produtos de origem primária, que têm qualidade e características uniformes, que não são diferenciados de acordo com quem os produziu ou de sua origem, sendo seu preço uniformemente determinado pela oferta e procura internacional e que são comercializados em bolsa de mercadoria) e a de produtos diferenciados (como frutas, hortaliças, especiarias), que não atendem aos pressupostos para comercialização como commodities ¹.

Cadeia produtiva

Pode ser definida como um conjunto articulado de operações econômicas, técnicas, comerciais e logísticas, das quais resulta um produto ou um serviço final ou ainda, todas as operações necessárias para a transformação de insumos em produtos ou serviços ^{1;2}.

Especificamente em relação à cadeia produtiva do camarão, Natori, Sussel *et al.* ³ definiram três elos centrais que lhes atribuiriam as características de agronegócio e que precisam ser operacionalizados de forma integrada: (i) o segmento de reprodução e larvicultura; (ii) as fazenda de crescimento e engorda de camarão; (iii) as unidades de processamento/beneficiamento e comercialização do produto para o mercado consumidor (Figura 2).

Mas, para que cada um desses elos seja capaz de funcionar eficientemente, dependerão dos fornecedores de produtos e serviços, tais como fornecedores de: equipamentos (de mensuração da qualidade de água, bombas, motores, maquinários, aeradores, geradores e veículos); insumos (gelo, ração, fertilizantes, calcário e demais produtos químicos); serviços (elaboração de projetos, consultoria, assessoria, mão de obra especializada, análise de mercado, logística); etc ⁴. Dependem também do envolvimento de agentes financeiros, de órgãos de desenvolvimento regional, de órgãos ambientais, de órgãos de extensão rural, de instituições de fomento e pesquisa, de universidades e centros de formação de mão-de-obra ⁵. Por fim, para que todos esses segmentos possam funcionar de forma harmônica, deve haver um arcabouço legal que discipline a forma como os diferentes atores dessa cadeia devem interagir entre si, com o ambiente e com a sociedade, tendo como alvo principal as demandas e expectativas de seu principal cliente: o consumidor final ³.

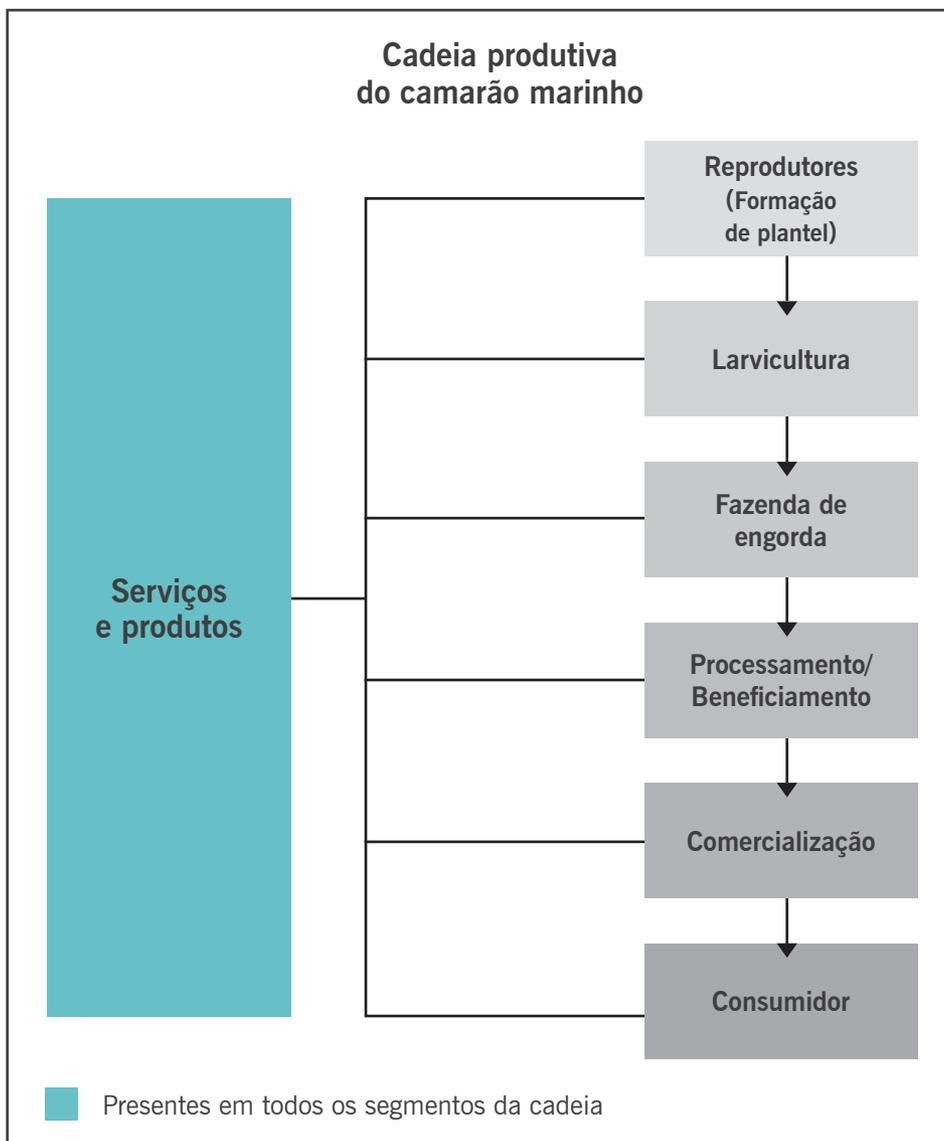


Figura 2. Representação esquemática da cadeia produtiva do camarão marinho.

1.2 Serviços e produtos associados à cadeia produtiva do camarão

Diante dessa grande diversidade de atores e segmentos que interagem na cadeia produtiva do camarão cultivado, é preciso reconhecer que não são todos que estão em um mesmo grau de desenvolvimento ou de organização e, como em qualquer corrente, são os elos mais fracos que determinarão a solidez e a força de toda a cadeia (Tabela 1).

Tabela 1. Principais elos, segmentos associados e grau de desenvolvimento da cadeia produtiva de camarão marinho no Brasil.

Elo/Segmento	Grau de desenvolvimento
Serviços e produtos	***
Assistência técnica e extensão rural	*
Treinamento e capacitação	***
Cooperativas e associações	**
Licenciamento ambiental	*
Crédito	*
Desenvolvimento de ciência e tecnologia	***
Logística	***
Insumos e equipamentos	*****
Produção de pós-larvas	*****
Reprodutores	*****
Náuplios	*****
Pós-larvas	*****
Fazendas de engorda	*****
Processamento/Beneficiamento	*****
Comercialização	*****

1.2.1 Assistência técnica e extensão rural

A Assistência Técnica e a Extensão Rural (ATER) são serviços importantes no processo de desenvolvimento rural e da atividade agropecuária, pois são um instrumento de comunicação para que o conhecimento alcançado através de pesquisa e do desenvolvimento de novas tecnologias, geradas chegue até os produtores rurais, principalmente os produtores familiares ⁶.

Embora haja organizações não-governamentais que se propõem a assessorar e apoiar o desenvolvimento rural, a existência de serviços públicos eficientes em ATER seria fundamental para o ingresso de pequenos produtores, geralmente descapitalizados e sem o conhecimento técnico necessário na atividade.

Contudo, no Brasil os serviços públicos de ATER historicamente são tratados como

uma sopa de letrinhas que talvez tenha consumido muito mais recursos do que contribuído para sua geração. De acordo com Bianchini ⁷, os primeiros registros da ATER no Brasil, nos moldes praticados atualmente, datam de 1948. Inicialmente com a Associação de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais (ACAR) e depois com outras ACARS nos estados que formaram o Sistema Brasileiro de Extensão Rural (Siber), em 1956. Em 1974, a ABCAR se transformou na EMBRATER e as ACARs nas EMATERs, formando o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (SIBRATER). Em 1990, a EMBRATER foi extinta e o SIBRATER sofreu grande retrocesso, chegando ao início deste século com somente um terço dos estados com estruturas razoáveis de ATER. Em 2013, a então presidente da República lançou a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ANATER), que deveria articular a pesquisa da Embrapa e do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária com a extensão rural, por meio do Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Há, portanto, uma percepção do poder público a respeito da importância da ATER como instrumento estratégico de desenvolvimento social, econômico e ambiental e do papel do Estado nesse processo ⁸. Por outro lado, o que se observa, porém, é que na prática muito pouco mudou desde 1948 e o setor agrário brasileiro continua sofrendo com um abandono crônico do Estado brasileiros em relação a ATER.

Na maioria absoluta das vezes, esses sistemas, agências e empresas públicas apresentam problemas crônicos como falta de pessoal, falta de recursos, falta de objetivos claros e bem definidos. Ou seja, são sistemas em que o que “falta” é historicamente muitas vezes maior que os resultados por eles proporcionados.

Se nas atividades agropecuárias tradicionais os problemas são imensos, na carcinicultura, uma atividade relativamente nova no contexto da produção primária no país, os serviços de ATER são praticamente inexistentes.

1.2.2 Treinamento e capacitação

A necessidade de treinamento e capacitação profissional aparece em todos os elos e segmentos da cadeia produtiva de camarão cultivado, desde a produção, passando pela transformação até a distribuição dos produtos. Mas, talvez seja no setor produtivo em que essa demanda seja maior.

O Brasil viveu na última década uma verdadeira explosão no número de cursos superiores na área de aquicultura (principalmente engenharia de aquicultura e de tecnólogos em aquicultura). Mas, isso não se refletiu em uma maior qualificação e capacitação no setor produtivo, principalmente no que se refere aos pequenos produtores, que não têm condições de pagar pelos serviços desses profissionais.

A falta de treinamento e capacitação tem sido apontada como um dos maiores problemas que afetam a carcinicultura nacional na qual, os produtores se veem obrigados a resolver uma série de problemas técnicos que, em uma cadeia produtiva equilibrada e funcional, não lhes caberia resolver ⁹.

Como já citado, grande parte deste problema origina-se pelo fato de não existir no país um sistema de ATER minimamente eficiente e estruturado e pelo fato dos ser-

viços públicos de extensão existentes sofrerem continuamente de um processo de esvaziamento, o que só reduz as chances de se superar os desafios ¹⁰.

Para reverter este quadro, seria necessária a estruturação de um serviço realmente eficiente de ATER no país (que soa quase como uma utopia no momento atual). Além de mais extensionistas e de melhores condições de trabalho, esses profissionais precisariam ser capacitados para enxergar as cadeias produtivas em que atuam de uma forma mais sistêmica, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos.

Sem que os pequenos empreendedores sejam qualificados, dificilmente terão condições de competir em um mercado globalizado ou mesmo de se ajustar aos princípios da PI.

Já os grandes e médios empreendedores, que podem pagar por isso, têm acesso às novas tecnologias e informações e são os responsáveis pela carcinicultura brasileira ser uma das mais eficientes do mundo.

1.2.3 Cooperativas e associações

Para os pequenos e médios carcinicultores brasileiros, uma alternativa para alcançar maior eficiência produtiva e, conseqüentemente, lucro com a atividade, está na organização. Para atingir esse objetivo o apoio das associações e cooperativas de produtores é fundamental.

Tanto o associativismo quanto o cooperativismo são alternativas para viabilização das atividades econômicas, pois possibilitam aos trabalhadores e pequenos proprietários um caminho efetivo para se inserir no mercado em melhores condições de concorrência. Com a cooperação formal entre sócios afins, a produção e comercialização de bens e serviços podem ser muito mais rentáveis, tendo-se em vista que a meta é construir uma estrutura coletiva das quais todos são beneficiários ¹¹.

Há entretanto diferenças legais e conceituais entre uma associação e uma cooperativa. As associações têm por finalidade a promoção de assistência social, educacional, cultural, representação política, defesa de interesses de classe e filantropia. Já as cooperativas têm finalidade, essencialmente, econômica. Seu principal objetivo é o de viabilizar o negócio produtivo de seus associados junto ao mercado ¹².

Entretanto, apesar de sua importância, estes sistemas enfrentam dificuldades para desenvolver-se com maior agilidade. Entre elas se destacam as deficiências na estrutura de capital, a falta de recursos compatíveis para investimento e a falta de condições para sanear as finanças corroídas por situações conjunturais diversas ⁸.

Na carcinicultura brasileira a ABCC (Associação Brasileira de Criados de Camarões) se sobressai por seu papel histórico, pela defesa do interesse do setor, por sua representatividade e pela atuação política em diferentes esferas do Poder. Neste sentido, a ABCC é a entidade que mantém a união dos atores envolvidos na produção de camarão e promove o intercâmbio de informações entre produtores e a comunicação destes via parcerias formais. O desenvolvimento da produção de camarão cultivado no Brasil se deve, em grande parte, à sólida participação do setor produtivo através da ABCC.

Entretanto, como setor é relativamente pequeno, sua capacidade de mobilização e de sensibilização das suas demandas junto à sociedade ainda é reduzida. Além disso, como o país tem um litoral bastante extenso e como a carcinicultura é praticada hoje em praticamente toda a sua extensão, seria necessária uma presença igualmente forte de associações e cooperativas locais para apoio mais direto aos produtores.

1.2.4 Licenciamento ambiental

Constituído pela **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981** e pela **Lei Complementar nº140/2011**, o licenciamento ambiental impõe ao carcinicultor, uma série de condicionantes e o seu não cumprimento pode gerar punições baseadas na **Lei 9.605**, conhecida como “**Lei de Crimes Ambientais**” ou “**Lei da Natureza**”. As penas para quem não respeita essa lei vão desde simples advertências, multas, embargos temporários até o fechamento definitivo do empreendimento, caso haja descumprimento das normas estabelecidas nos documentos emitidos durante o processo de licenciamento.

O licenciamento ambiental é um dos - senão o maior - desafios enfrentados pela maioria dos produtores, sendo considerado um fator limitante para o desenvolvimento da carcinicultura no Brasil. O processo de licenciamento envolve prazos bastante extensos, elevada burocracia, complexidade e custos e, mesmo cumprindo todos os requisitos legais, o produtor não tem a garantia que irá conquistar suas licenças ao final desse processo. Diante desse fato, muitos produtores (principalmente os pequenos) desistem do empreendimento ou, como acontece na maioria das vezes, operam à margem da lei.

De acordo com a ABCC ¹³ 71% do produtores não contam com as licenças ambientais requeridas para que possam legitimar a implantação e a operação de seus empreendimentos. O pior é que cada vez as dificuldades e as exigências apresentadas pelos órgãos para o licenciamento ambiental têm sido maiores, empurrando cada vez mais os micro e pequenos produtores para a informalidade.

A falta das licenças faz com que o produtor (e também a sociedade) não consiga acessar os benefícios oriundos do licenciamento. Para os empreendedores, esses benefícios podem ser tanto operacionais quanto financeiros. Cada vez mais, o mercado consumidor exige produtos que durante o processo de produção respeitem o meio ambiente. Além disso, carcinicultores devidamente licenciados podem ter acesso a créditos em bancos públicos e privados, além de acesso a programas oficiais de fomento. Para a sociedade, a participação de forma expressiva na tomada de decisões, via audiências públicas, por exemplo, poderia reduzir eventuais riscos e incertezas quanto aos impactos socioambientais e econômicos causados pelo empreendimento, garantindo maior legitimidade ao processo.

1.2.5 Crédito

As dificuldades enfrentadas e a morosidade do processo de licenciamento ambiental são responsáveis por fechar as portas do crédito bancário a uma imensa maioria de carcinicultores brasileiros.

De acordo com a ABCC ¹³ a magnitude dos esforços financeiros para instalação e operação dos empreendimentos de carcinicultura advêm da iniciativa privada, ou seja, 93% dos empreendimentos foram construídos e estão sendo operacionalizados com recursos oriundos dos próprios produtores. Apenas 7% dos carcinicultores são beneficiados por créditos e financiamentos bancários e mesmo aqueles que conseguem, são afetados pelas altas taxas de juros correspondentes, consideradas taxas de agiotagem em qualquer outro país. Isto quer dizer que apesar de existirem linhas de crédito disponíveis, o crédito é caro e seu acesso extremamente burocratizado.

Além das dificuldades com o licenciamento, a legalização da terra (titulação) e as garantias bancárias exigidas para liberação de financiamentos, também são considerados empecilhos legais para o acesso às linhas de crédito.

Além disto, o que se observa é uma grande desinformação dos produtores e dos próprios agentes financeiros acerca dos programas de crédito; desconfiança quanto à capacidade de pagamento dos empréstimos, falta de condições legais dos produtores para se habilitarem ao crédito, limitações de recursos financeiros e uma série de outros impedimentos.

Para sanar a falta de prioridade governamental e a baixa participação dos agentes financeiros, no fomento da carcinicultura, algumas medidas como o aumento do tempo de carência nos financiamentos bancários, a diminuição das taxas atuais de juros, agilidade na liberação de recursos, a criação de linhas de crédito de custeio para os setores de transformação e maior definição e clareza quanto às normas para empréstimo seriam necessárias, pois sem acesso ao crédito, o desenvolvimento tecnológico, prospecção de mercado e investimentos em infraestrutura serão prejudicados, contribuindo para frear a expansão da carcinicultura nacional.

1.2.5 Ciência e tecnologia

Existe no Brasil uma grande quantidade de centros de pesquisa em áreas correlatas à aquicultura. Vários setores da aquicultura nacional (como ostreicultura, mitilicultura, ranicultura, por exemplo) só se estabeleceram inicialmente no país graças ao trabalho realizado por tais instituições de ensino e pesquisa.

Uma particularidade observada na cadeia produtiva da carcinicultura nacional é o fato de que ela surgiu no país graças à ação da iniciativa privada e, principalmente dos grandes empreendimentos instalados no país em meados dos anos 1970 e início dos anos 1980. Desde então, as principais revoluções tecnológicas da carcinicultura nacional têm sido patrocinadas principalmente pela iniciativa privada.

A existência de grandes empreendimentos possibilitou que muitas empresas, verticalizassem seus processos produtivos, investissem em melhoramento genético dos camarões cultivados. A demanda gerada por tecnologia criou condições para o avanço nas áreas de sistema de produção, em rações de melhor qualidade, no avanço dos diagnósticos de doenças, no aperfeiçoamento das técnicas de produção.

Com tudo isso, as universidades e centros de pesquisa vieram meio que a reboque da iniciativa privada, mas aos poucos foram estabelecendo parcerias importantes para o desenvolvimento da carcinicultura nacional.

Por outro lado, tão importante quanto criar linhas de pesquisa de desenvolvimento coerentes com a necessidade e a realidade atual da carcinicultura marinha brasileira, é fazer com que os resultados alcançados possam chegar até o setor produtivo e ser avaliado e validado por ele. Entretanto, esse processo acaba sendo freado pelas já citadas deficiências do setor de ATER. Em outras palavras, há hoje uma necessidade de geração, sistematização e difusão das tecnologias de cultivo. Esse processo passa obrigatoriamente pelas universidades e centros de pesquisa, mas só será efetivo se houver, além disso, um sistema de extensão rural forte e atuante.

1.2.7 Logística

A logística é um fator a ser considerado para que as empresas possam atingir uma melhor rentabilidade e maior eficiência nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, por meio de operações como o planejamento, organização e controle de movimentação e armazenagem de produtos.

As operações que representam a maior parcela do custo total da logística são: transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos. Para a maioria das empresas, incluindo as carciniculturas, o transporte (de pós-larvas, de ração, de demais insumos e equipamentos e do camarão produzido nas fazendas brasileiras) é a atividade logística mais importante, simplesmente, porque absorve, em média, de um a dois terços dos custos logísticos ¹⁴.

Por um lado, a carcinicultura marinha é desenvolvida principalmente (mas não de forma exclusiva) no litoral, onde as rodovias estão, via de regra, em melhor estado que no interior. Mas, por outro, há que se considerar as vias vicinais são igualmente problemáticas em todo o país e as fazendas são geralmente acessadas por vias vicinais.

Já quando precisa utilizar o transporte aéreo (geralmente de pós-larvas) ou marítimo (de camarões beneficiados ou processados) o setor, assim como todo o país, sofre com portos aeroportos pouco eficientes, com uma estrutura burocratizada e com uma prestação de serviço ineficiente e extremamente cara.

Além disso, como reconhecido pela própria ABCC ¹³, o grande problema observado em relação à logística na carcinicultura, está no fato da maioria das empresas, ligadas à cadeia produtiva de camarão não possuírem e nem utilizarem conhecimentos logísticos bem definidos como instrumento direcionador da operação, crescimento e desenvolvimento da empresa. Estes fatos podem, sem dúvida alguma, gerar custos desnecessários com as operações de logística e comprometer a lucratividade do empreendimento, pois nenhuma empresa pode se manter em um mercado com a concorrência cada vez mais acirrada, sem se preocupar, de alguma forma, com a movimentação de suas matérias-primas ou de seus produtos acabados.

1.2.8 Insumos e equipamentos

A cadeia produtiva da carcinicultura brasileira conta com um setor bastante forte que é o de produção de insumos e equipamentos. Temos hoje *know how*, tecnologias e capacidade instalada para atender a demanda nacional presente e futura ¹⁵.

Um exemplo que retrata bem o setor é o de fabricação de rações. O entendimento que a ração é um dos insumos mais caros envolvidos no processo produtivo de camarões cultivados e como tal deve ser utilizada da forma mais eficiente possível; a compreensão mais aprofundada sobre os requerimentos nutricionais dos camarões cultivados; e a formulação e produção de rações de alta qualidade, específicas para o camarão *L. vannamei*, contribuíram significativamente para o avanço da carcinicultura nacional, criando, por outro lado, condições para o estabelecimento de várias empresas nacionais e multinacionais da área de fabricação de rações no país.

As unidades de fabricação de ração para camarão marinho no país estão alocadas, quase que totalmente, no Nordeste em função desta mesma região concentrar grande parte dos empreendimentos de cultivo. As fábricas de ração estão distribuídas entre os estados da Bahia, Pernambuco, Paraíba e Ceará ¹³ e possuem capacidade mensal de produção superior à atual demanda nacional.

Mas, como o setor de insumos e equipamentos vive de incorporar novas e eficientes tecnologias aos seus produtos e essa incorporação tem um alto preço, o desenvolvimento desse setor industrial está bastante atrelado (e limitado) à capacidade de crescimento da carcinicultura brasileira. Se a atividade não crescer, o setor tende a se estabilizar e até a definhir.

1.3 Produção de pós-larvas

O processo produtivo de pós-larvas (Figura 3) é bastante complexo, tecnológico, envolve mão de obra bastante especializada e investimentos vultosos.

Como a quase totalidade dos empreendimentos de cultivo de camarão no Brasil utilizam a espécie *Litopenaeus vannamei*, uma espécie exótica e de importação proibida desde a década de 2000 ¹⁶, os reprodutores utilizados pelos laboratórios de reprodução e larvicultura precisam ser mantidos e cultivados em cativeiro. Ou seja, não é possível pegar um barco de pesca e sair por aí buscando reprodutores para renovar ou estabelecer novos plantéis.

Por outro lado, como essa é espécie mais cultivada no mundo ¹⁷, os camarões têm passado por um contínuo processo de seleção e de melhoramento genético, direcionado a melhorar seus índices zootécnicos. Produzir camarões melhorados geneticamente e livres de patógenos específicos exige alto nível de sofisticação e de especialização, mas as empresas brasileiras já atingiram um nível de excelência compatível com o alcançado pelas principais empresas do setor no mundo.

Segundo dados ABCC ¹³, a maioria dos laboratórios de maturação e produção de pós-larvas está situada na região nordeste do Brasil. Com exceção de Alagoas e Maranhão, os demais estados nordestinos contam com laboratórios de produção e fornecimento de náuplios e/ou pós-larvas. Na região Sul, os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul também contam com unidades produtoras de pós-larvas.

Definitivamente, a oferta do produto não é um problema, pois supre a demanda atual e apresenta capacidade para expandir ainda mais sua oferta. Mas, se a oferta não é um fator limitante, o preço das pós-larvas e a logística para fazer com que elas cheguem em condições fisiológicas e sanitárias adequadas são, sim, um problema no país.

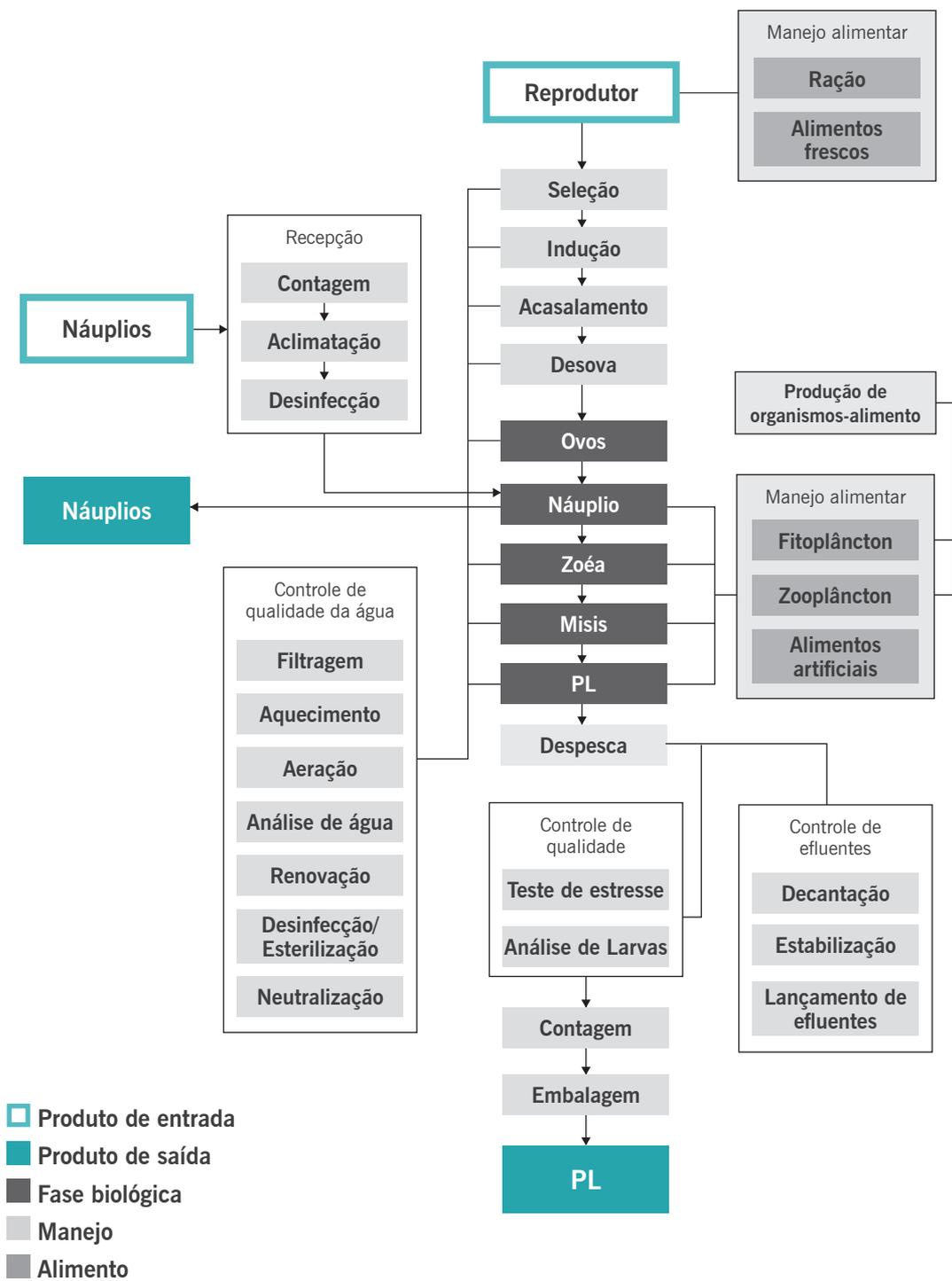


Figura 3. Síntese do processo produtivo de pós-larvas de camarão marinho.

1.4 Engorda

O ponto central da cadeia produtiva de camarões cultivados é o elo que envolve a engorda do camarão, que chega à fazenda como uma pós-larva e sai pronto para ser beneficiado, processado e consumido, em um processo que envolve as várias etapas e atividades representadas na Figura 4 e minuciosamente apresentadas neste Volume II.

Mais de 98% da infraestrutura produtiva está concentrada na região nordeste. Os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte são responsáveis pela maior parte da produção de camarão. Outros estados que se destacam na carcinicultura nacional são Pernambuco, Paraíba, Piauí, Sergipe, Bahia, Maranhão, Pará e Santa Catarina.

A carcinicultura brasileira é uma atividade intensiva no uso de mão de obra, o que lhe confere um importante papel social nas regiões onde os empreendimentos produtivos estão inseridos. Neste quesito, ocupa a primeira posição entre as atividades produtivas do setor primário da região Nordeste¹⁵ e, segundo estudo realizado pelo Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco, a carcinicultura (larvicultura, engorda e processamento), com o atual nível de tecnologia, gera 1,89 emprego direto e 1,86 indireto cada hectare de área produtiva. Ou seja, com aproximadamente 20 mil hectares em produção, a quantidade de emprego gerado pela atividade ultrapassaria a casa dos 75.000³.

Em geral, as fazendas de engorda de camarão marinho no Brasil produzem camarões em viveiros, empregando regimes intensivos e semi-intensivos de produção.

De acordo com ABCC¹³, a maioria dos produtores de camarão brasileiros utiliza, em média, uma densidade de estocagem menor ou igual a 30 camarões/m² e opera viveiros de até 10 hectares. Densidades entre 30 e 50 camarões/m² ou acima disto são adotadas por um número reduzido de produtores.

O número de fazendas de engorda, efetivamente em produção, ultrapassa 1.000 unidades que, juntas, apresentam uma produtividade média de 3.500 kg de camarão/ha⁹.

Embora a carcinicultura brasileira tenha se expandido quanto à área cultivada, em anos recentes os produtores nacionais reduziram seus volumes totais de produção e a sua produtividade. Além disso, o país, que exportava mais de 80% da sua produção, praticamente deixou de exportar e passou a comercializar toda a produção no mercado interno. Parte desse processo se deveu à crise cambial e pela aplicação da Lei *Antidumping*, pelos Estados Unidos contra o camarão de vários países, incluindo o do Brasil. Além desses fatores, a ocorrência de doenças, como as ocasionadas pelo Vírus da Mionecrose Infecciosa e da Mancha Branca, força os carcinicultores brasileiros a se reinventarem sempre, buscado constantemente alternativas para sobreviver nessas condições bastante inóspitas que caracterizam a atividade.

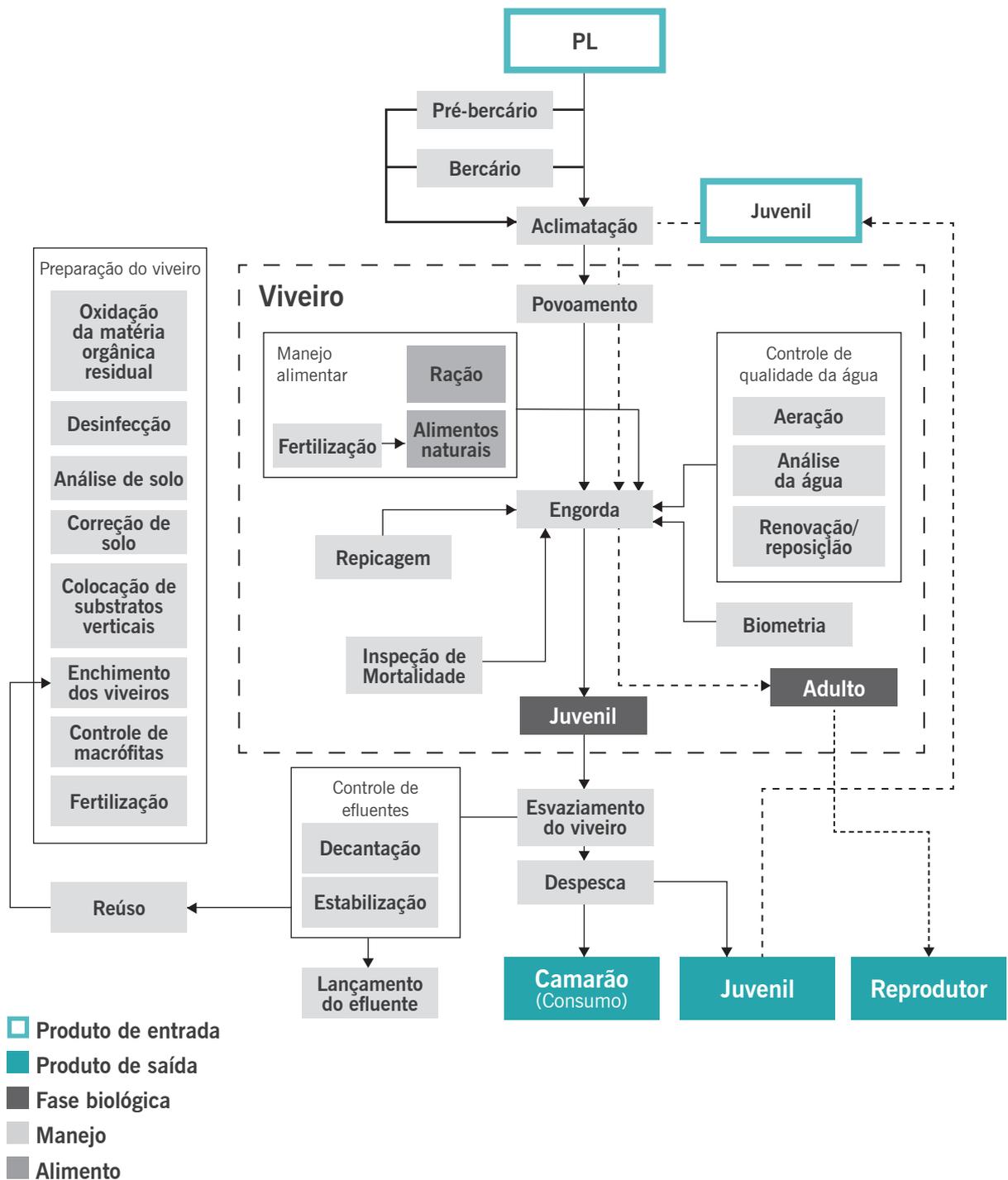


Figura 4. Fluxograma representativo da fase de engorda de camarões marinhos.

1.5 Beneficiamento e processamento

O camarão é um produto de alta demanda no mercado. Pode ser comercializado em diferentes forma de apresentação (Figura 5) e mesmo considerando que parte da oferta é suprida pelo camarão da pesca, a demanda do mercado interno é atualmente maior que a oferta do produto.

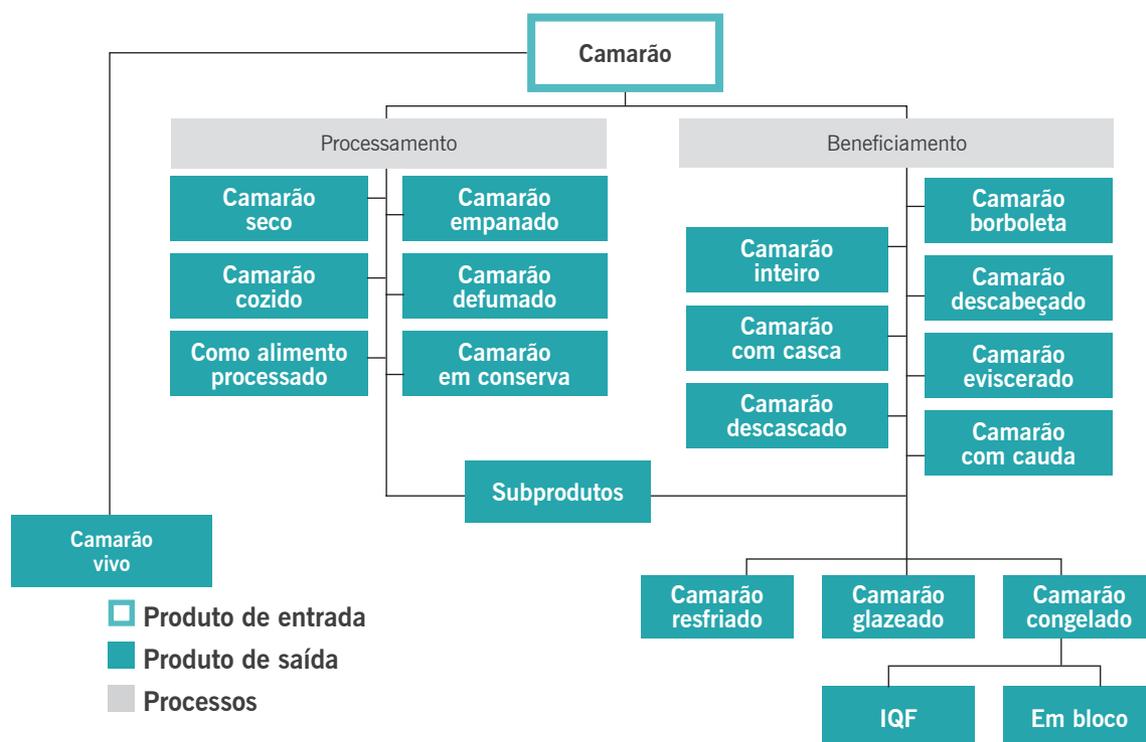


Figura 5. Fluxograma representativo do beneficiamento e processamento de camarão cultivado

Aliás, não faz nenhuma diferença para indústria se o produto a ser beneficiado ou processado vem da pesca ou da aquicultura. O tratamento dado à matéria-prima é o mesmo. A tecnologia empregada e a infraestrutura envolvidas também.

Ainda assim há pelo menos 18 unidades de beneficiamento e processamento de camarão que trabalham exclusivamente com o produto da aquicultura. Essas unidades estão concentradas na região Nordeste e estão distribuídos da Bahia ao Piauí. Juntas, elas possuem uma capacidade instalada de processar de 800 a 1.000 toneladas/dia ¹³.

Vale ressaltar que muitas das unidades de processamento foram instaladas em um momento em que o Brasil exportava seu camarão para os Estados Unidos, Europa e Japão. Como essa realidade mudou, a infraestrutura instalada atende, com folga, a demanda dos mercados que consomem camarões beneficiados e processados, com algum tipo de valor agregado, no país.

Contudo, é importante também se considerar que a demanda pelo produto processado é muito menor que a demanda pelo produto *in natura*. Além de uma evidente preferência do consumidor nacional pelo camarão não processado ⁹, o processamento requer uso intensivo de mão de obra e mecanização, o que gera excessivos encargos, aumentando sobremaneira o preço final do produto e afastando os consumidores desses produtos.

Por esses fatores, mais a redução na oferta de matéria-prima, estima-se que atualmente somente 40% dessa capacidade de processamento instalada esteja sendo efetivamente utilizada ¹³.

1.6 Comercialização

Há muitas formas do camarão cultivado chegar (vivo, beneficiado ou processado) ao consumidor final (Figura 6). Como o camarão é considerado uma iguaria gastronômica, amplamente aceito e demandado pelos consumidores das diferentes regiões do país, ele é um produto de fácil e rápida comercialização, o que torna esse um dos elos fortes da cadeia produtiva do camarão cultivado.

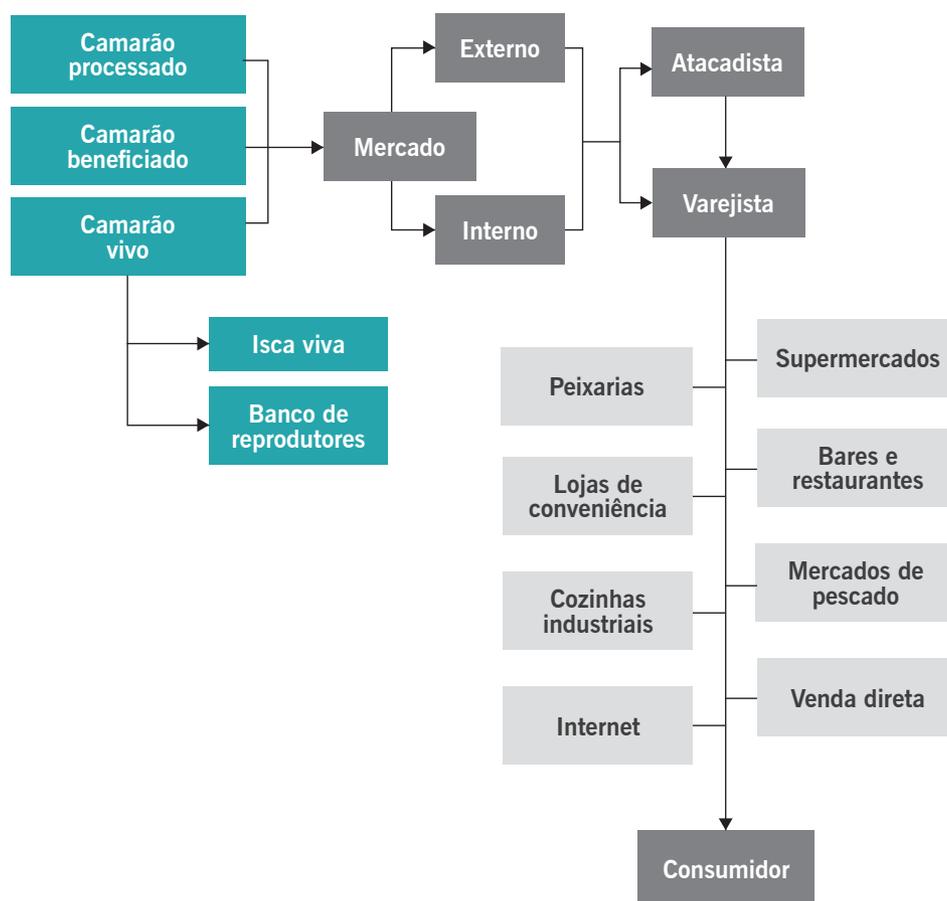


Figura 6. Fluxograma da comercialização do camarão cultivado

Em geral, no Brasil os camarões marinhos são despescados com peso médio final entre 7 e 12 gramas. O mercado interno não segue uma rígida classificação pré-definida para definição do preço de comercialização do produto. Mas, no mercado interno, praticamente todo o produto é comercializado seguindo dois possíveis padrões de classificação: o europeu, que classifica o número de peças/quilo e o americano, que utiliza o conceito de abdômen/libra; como exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2. Exemplo de classificação de camarões.

Método	Peso (g)	Classificação
Europeu	12,5 - 16,4	61/80
	10,0 - 12,3	81/100
	8,0 - 9,9	101/120
Americano	18,5 - 19,0	36/40
	14,5 - 17,5	41/50
	12,0 - 14,3	51/60
	9,5 - 11,5	61/81

O grande mercado consumidor para o camarão cultivado são os grandes centros urbanos da região Sudeste (São Paulo e Rio de Janeiro) ¹³.

Do total consumido pelo mercado interno, a maior parte é destinada ao mercado institucional (restaurantes, bares, hotéis, refeitórios) e o restante segue para o mercado varejista ¹⁸. Apesar dos supermercados representarem o canal de distribuição mais popular no país, eles têm uma participação pequena nas vendas de camarão no mercado nacional (10%), enquanto as centrais de distribuição e as feiras livres são responsáveis por um volume bem maior de comercialização.

Mas se, como discutido anteriormente, para a indústria tanto o camarão cultivado como o proveniente da pesca são considerados apenas uma mesma matéria-prima, cuja qualidade não tem sido levada em conta nem pelos carcinicultores, nem pela indústria e muito menos pelos consumidores.

Enquanto o camarão oriundo da pesca é abatido por esmagamento no fundo de uma rede de arrasto ou por exposição ao sol no convés de uma embarcação, o produto da aquicultura é abatido em gelo e mantido em melhores condições de conservação até chegar ao local de beneficiamento/ processamento. Como o camarão é um produto bastante perecível e como não existe mágica para se produzir um produto de ótima qualidade quando a matéria-prima não tem nenhuma qualidade, o camarão de cultivo quase sempre é muito melhor que o camarão da pesca. Contudo, enquanto essa questão não for trabalhada através do marketing, tudo continuará sendo comercializado como “camarão”.

A Produção Integrada na carcinicultura pode, dentro deste contexto apresentado, abrir novas oportunidades em termos de comercialização de um produto certificado, de qualidade reconhecida, produzido de acordo com as boas práticas de produção; adotando medidas de biossegurança e de rastreabilidade, entre outras.

Outras cadeias produtivas, como a do café, de azeite e até de sal, por exemplo, já aprenderam que há consumidores interessados em pagar por qualidade e por produtos diferenciados e exploram esse mercado distribuindo lucros ao longo de toda a cadeia produtiva. Quem sabe o camarão certificado não possa também ingressar nesse clube seleta que prioriza a qualidade e a satisfação de seus clientes?

1.7 Referências bibliográficas

- 1 RODRIGUES, E. R. N. et al. Life cycle analysis to evaluate the productive chain of fish consumed in the Bahia state (Brazil). **Boletim Instituto de Pesca, São Paulo**, v. 42, n. 4, p. 791-799, 2016.
- 2 BRUM, A. L. Mercado e cadeias produtivas. In: (Ed.). **Desenvolvimento sob múltiplos olhares**. Ijuí: Unijui, 2012. p.187-206.
- 3 NATORI, M. M. et al. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 2, p. 61-73, 2011.
- 4 COSTA, E. F.; SAMPAIO, Y. Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão marinho cultivado. **Revista Economia Aplicada**, v. 8, n. 2, p. 1-19, 2004.
- 5 BRITO, S.; FONTENELE, R. E. S.; CARVALHO, E. B. S. **Viabilidade Econômico-Financeira da Carnicultura: oportunidade para pequenos produtores familiares**. Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural, 2005. 12 p.
- 6 PEIXOTO, M. Extensão rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação. **Consultoria Legislativa do Senado Federal**, p. 50, 2008. ISSN 1983-0645.
- 7 BIANCHINI, V. Expectativa pela Anater. 2014. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/seu-espaco/espaco-aberto/expectativa-pela-anater-87099n.aspx>>. Acesso em: 30/03/2017.
- 8 PESTANA, D.; PIE, M. R.; PILCHOWSKI, R. W. Organização e administração do setor para o desenvolvimento da aquicultura. In: (Ed.). **Aquicultura no Brasil - O desafio é crescer**. Brasília Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca 2008. p.276.
- 9 ROCHA, I. D. P. Perspectivas e Oportunidades para o Setor Aquícola e Pesqueiro Brasileiro. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão-ABCC**, Candelária, Natal, RN, v. 2, p. 24-27, 2015.
- 10 FRANCO, F. S. **Monitoramento qualitativo de impacto: desenvolvimento de indicadores para a extensão rural no Nordeste do Brasil**. 2000. 311 Centro de Treinamento Avançado em Desenvolvimento Rural, Universidade Humboldt de Berlim / Fortaleza / Recife, Fortaleza.

- 11 MAPA. **Associativismo Rural**: Ministério Agricultura Pecuária e Abastecimento 2012.
- 12 ALVARES, P. J. **O cooperativismo de crédito: e os fatores determinantes da associação de um cooperado**. 2016. 63 Administração e Marketing, Centro Universitário de Brasília - UniCEUB Brasília.
- 13 ABCC. **Levantamento da Infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011**. Natal, RN: Convênio Associação Brasileira de Criadores de Camarão-ABCC e Ministério da Pesca e Aquicultura-MPA 2013. 77
- 14 SANTOS, É. L.; BARBOSA, R. S. **A logística como fator para determinação da competitividade das exportações de pescados do Rio Grande do Norte**. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, 2013. p.
- 15 ROCHA, I. P. Dimensão da cadeia produtiva da carcinicultura brasileira. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão-ABCC**, Natal - RN, v. 5, p. 101-103, 2015.
- 16 CONERA, V. Reprodução e genética de camarões marinhos em cativeiro. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, p. 387-388, 2014. ISSN 1981-5484.
- 17 FAO. **SOFIA - The State of World Fisheries and Aquaculture**: Food and Agriculture Organization of the United Nation 2010.
- 18 ROCHA, D. M. Carcinicultura Marinha: Realidade Mundial, Perspectivas e Oportunidades para o Brasil. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão-ABCC**, v. 11, p. 50-59, 2009.

A seleção de áreas para a instalação de fazendas de cultivo de camarões marinhos

Ubiratã Assis Teixeira da Silva
e Antonio Ostrensky

2.1 Análise de investimento

A decisão de investir em uma unidade de produção não é fácil em nenhum tipo de empreendimento rural, e fazendas de cultivo de camarões não são exceções. Uma fazenda, mesmo que pequena e administrada em escala familiar, deve ser encarada como uma empresa, e nenhum fator tem tanto impacto no desempenho de empresas quanto a capacidade de seus gestores de tomar decisões em meio às incertezas.

Por isso, antes de começar a investir na carcinicultura, o investidor/empreendedor deve se fazer uma série de perguntas:

- Por que cultivar camarões?
- A carcinicultura é mesmo para mim ou devo investir em outro negócio?
- Qual é a minha expectativa de renda e de rentabilidade?
- O que preciso fazer para atingir a rentabilidade esperada?
- Quais são os riscos, gargalos e desafios que enfrentarei nessa atividade?
- Que tecnologias devo utilizar?
- Quais normas e leis afetarão direta ou indiretamente meu empreendimento?
- Quanto vou precisar investir?
- Quanto precisarei ter de capital de giro para tocar uma fazenda?
- Como reduzir custos, riscos e incertezas?
- Como vou financiar esse negócio?
- Que conhecimentos técnicos precisarei adquirir?
- Como funciona o mercado de camarões?

As respostas para essas perguntas implicarão em escolhas, em definir caminhos que levarão à uma nova série de problemas, desafios e oportunidades. Neste momento, escolhas erradas quase sempre significarão desperdícios significativos de recursos. Por isso, deve-se procurar as respostas mais adequadas para cada uma dessas perguntas antes mesmo de iniciar na atividade. Decisões de qualidade aumentarão as chances de se obter resultados de qualidade.

Quando estiver instalando ou operando seu empreendimento, o produtor irá se deparar com inúmeras despesas (como, por exemplo, licenças, custos com investimentos, equipamentos, insumos, impostos, mão de obra, capital de giro...). Por outro lado, terá apenas uma (e tão somente uma...) fonte de receita, que será a venda do camarão

produzido. E essa situação não irá se alterar, a menos que ele desenvolva outras atividades produtivas na sua propriedade.

Por isso, o principal fator que deve balizar a tomada de decisão sobre investir ou não em carcinicultura é a análise prévia de viabilidade dos investimentos. Uma análise bem feita poderá economizar fortunas. Por falta de planejamento ou de viabilidade do próprio negócio, grandes montantes de recursos financeiros podem facilmente ser perdidos. Quanto mais próximo da realidade for à análise de investimentos, melhor será a base para tomada de decisões.

A etapa seguinte será a elaboração do projeto a ser implantado. Como é um ponto chave para o sucesso do empreendimento, recomenda-se fortemente que o investidor/empreendedor contrate um profissional ou uma empresa especializada em análise/elaboração de projetos, pois a análise de investimentos envolve conhecimentos interativos em uma série de temas, como finanças, marketing, estratégia empresarial, economia, engenharia, entre outros (Figura 7).

Como para cada um desses temas, existe uma dose muito grande de riscos, incertezas e graus de complexidade, não seria adequado abordá-los em apenas um livro. Por isso, mesmo pequenos investidores ou produtores familiares devem procurar auxílio técnico qualificado antes de começar o seu negócio.

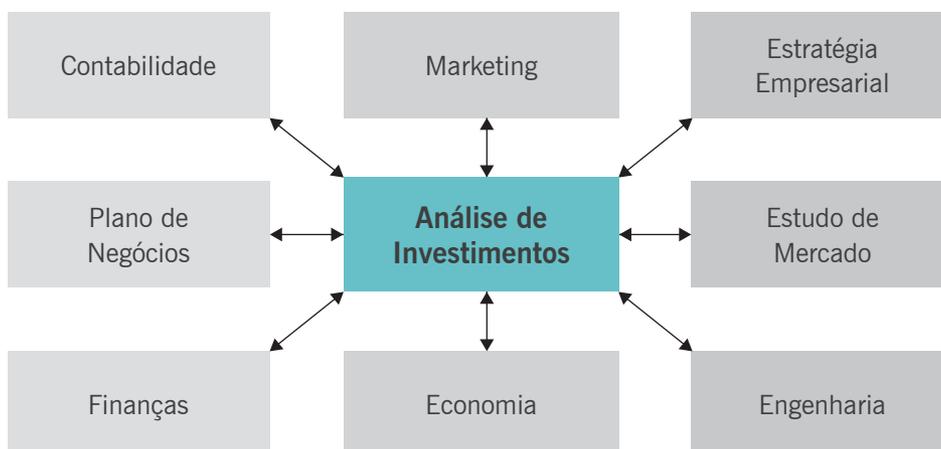


Figura 7. Temas envolvidos na análise de investimentos para instalação de empreendimentos de carcinicultura.

2.2 Critérios de seleção de áreas

Se depois de estudar todas as variáveis envolvidas na sua análise de investimentos, o investidor/empreendedor ainda estiver interessado em investir seu tempo e seus recursos na carcinicultura, então, os temas tratados a partir daqui serão de seu máximo interesse.

Além dos custos da terra e de construção dos viveiros, as condições locais serão decisivas e determinantes nos custos de operação da fazenda. Por isso, escolher adequadamente a área para a instalação é um dos fatores-chave para minimizar estes custos e maximizar a probabilidade de sucesso do empreendimento.

Quanto melhor tecnicamente e menos problemática legalmente for a área escolhida, mais fácil será adequá-la ao regime da Produção Integrada. A escolha do local deve levar em conta muitos critérios regionais, como o custo da terra, o clima, as restrições de ordem legais, a infraestrutura e a logística para a produção e o escoamento da safra, a disponibilidade local ou regional de bens e de serviços, a existência de mão de obra (Figura 8). Deve-se considerar também critérios técnicos específicos, como a qualidade e a disponibilidade de água (doce e salgada), o tipo e a qualidade de solo que caracteriza a área, dentre outros⁵. Isoladamente, alguns destes fatores podem até ser contornados. No entanto, quando somados, poderão dificultar ou até impossibilitar completamente a operação e comprometer a viabilidade do empreendimento, sendo, neste caso, recomendado que se procure outro local.

Tanto os fatores regionais quanto os técnicos serão abordados a seguir. Os primeiros, em nível apenas conceitual, uma vez que esses fatores fazem parte da análise inicial de investimento que, por sua vez, foge ao escopo central deste livro. Já os fatores técnicos são discutidos de forma mais detalhada e aprofundada ao longo deste volume.

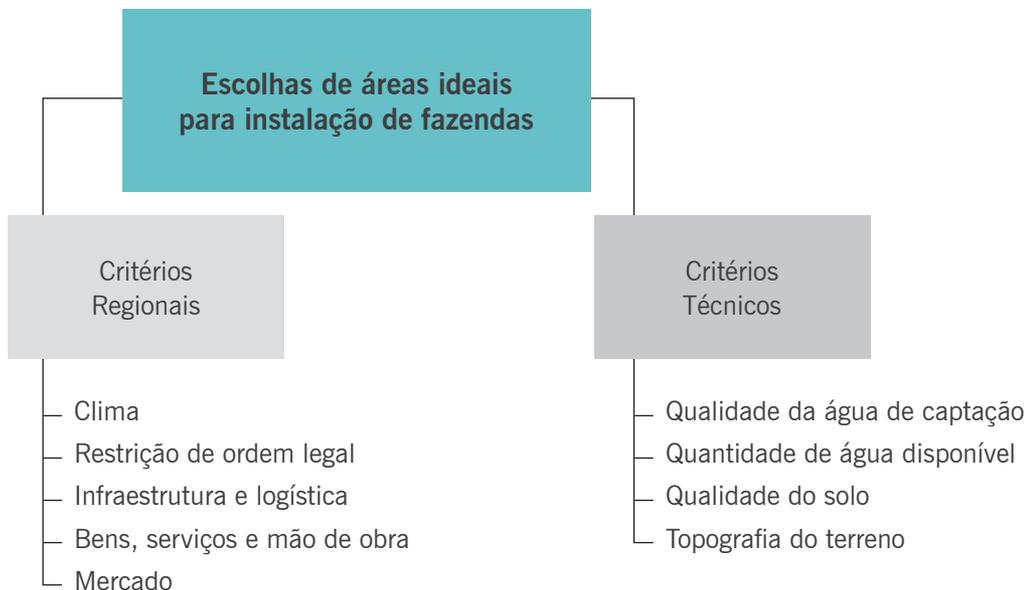


Figura 8. Principais critérios que devem ser levados em consideração para a escolha de áreas para a instalação de fazendas de cultivo de camarões marinhos.

2.2.1 Custo da terra

O primeiro critério com o qual o produtor ou investidor irá se preocupar é com o custo da terra para a instalação de seu empreendimento de carcinicultura. A valoração dessa terra é um dos principais fatores que impactam o custo de implantação de uma fazenda.

Quando se mensuram os custos para implantação, deve-se analisar o valor da melhor alternativa que o uso da terra poderia ter, caso não fosse destinada ao cultivo de camarões marinhos. Isso, em economia, é chamado de “custo de oportunidade social”⁶ e pode ser enquadrado sob duas categorias: **a)** quando o empreendedor ainda não possui a terra para a instalação do seu empreendimento. Neste caso, os valores para aquisição podem ser mensurados de forma direta e determinados de acordo com os preços praticados pelo mercado e, portanto, deverão ser entendidos como “custos explícitos”; **b)** quando o empreendedor já possui a terra e resolve adequá-la para a produção de camarões. Neste caso, os valores não serão desembolsados diretamente no processo de produção, visto que correspondem à remuneração de fatores que já são de sua propriedade. Mesmo assim, uma vez que se constituem em dispêndios, deverão ser considerados como “custos implícitos”.

Em seus primórdios, a carcinicultura era praticada em regiões litorâneas baixas, muitas vezes em áreas de manguezal. Na época, estes locais eram esparsamente povoados e muito pouco valorizados. À medida que a carcinicultura brasileira cresceu e se destacou no cenário mundial, atraiu novos investimentos e houve uma maior demanda por áreas mais adequadas. Porém, como uma fazenda de cultivo de camarões precisa ter acesso à água, tanto salobra/salina como à água doce (o que não é encontrado em qualquer local), tem havido uma tendência de valorização no preço das terras mais adequadas para a atividade ao longo do tempo. Além disso, a carcinicultura ainda passou a disputar espaço diretamente com outras atividades, como o turismo e a até a especulação imobiliária.

Em algumas situações, o interessado na aquisição de um terreno pode enfrentar um componente puramente especulativo, que pode valorizar artificialmente a terreno desejado. Agentes econômicos, buscando apenas o lucro fácil, podem elevar preços simplesmente em resposta ao interesse demonstrado pela área, sem qualquer relação com a produção de camarões. Ou seja, o aumento da especulação imobiliária também pode inflar artificialmente o preço das terras.

Porém, em outros casos, devido às frequentes crises econômicas pelas quais o país tem passado, pode acabar ocorrendo o inverso. As atividades produtivas acabam perdendo força. Produtores endividados são forçados a desativar e abandonar suas propriedades. Nesse cenário, o custo da terra pode cair, uma vez que menos pessoas têm capacidade ou coragem de investir em cenários de crise.

Este não um fenômeno que se restringe ao agronegócio do camarão cultivado. Essa é uma característica cíclica da própria agropecuária brasileira, que alterna bons e maus momentos. Contudo, em um médio e longo prazo, a tendência tem sido de elevação real dos preços das terras adequadas à instalação de fazendas de cultivo de camarões.

O custo para aquisição do terreno também é proporcionalmente maior em locais que já apresentam alguma infraestrutura e que sejam adaptáveis às tecnologias de produção de camarões, como será discutido posteriormente. Pela mesma razão, em função das questões relacionadas ao licenciamento ambiental e às regras e restrições impostas pelo zoneamento costeiro (ou pela falta dele, como na maioria dos estados), existe uma tendência de valorização daquelas áreas que já apresentam aptidão para a carcinicultura e que, ao mesmo tempo, não sofram fortes restrições de ordem legal.

Com relação ao custo implícito, quando o futuro carcinicultor já possui uma terra e pretende instalar nela sua fazenda, este deverá entender que a terra é um dos fatores de produção. Por isso, ainda que apenas para efeito de cálculo do custo de produção de camarões, o proprietário deve estimar uma taxa de remuneração pelo uso da sua própria terra (em torno de 3% do preço médio real da terra na região).

Ou seja, em qualquer das situações consideradas, o preço da terra deverá ser cuidadosamente analisado quando da escolha da área para a instalação de empreendimentos de carcinicultura.

2.2.2 Clima

Cultivos de camarões marinhos são atualmente realizados em quase todos os estados litorâneos brasileiros, desde o Rio Grande do Sul até o Pará. Em quase 100% dos casos, a espécie produzida é *Litopenaeus vannamei*, o camarão-da-pata-branca do Pacífico, justamente porque apresenta elevada rusticidade e tolera grandes variações ambientais.

Ainda assim, o clima e, mais especificamente, a temperatura tem imensa influência nos resultados zootécnicos potencialmente alcançáveis quando se trata de cultivos de camarões. Em outras palavras, não é mesma coisa se cultivar camarões no Rio Grande do Sul ou no Pará.

Camarões são animais ectotérmicos. Isto significa que eles não apresentam um mecanismo de manutenção da temperatura corporal como o utilizado por mamíferos e aves. Nos ectotérmicos a temperatura ambiental apresenta forte influência sobre a temperatura corporal, influenciando diretamente em sua variação. Em função disso, o metabolismo dos camarões se reduz com a redução da temperatura e aumenta em temperaturas mais altas. Por isso, em regiões mais frias, as taxas de crescimento dos camarões são menores e o tempo que os animais levam até atingir o tamanho comercial é maior. Além disso, em regiões de baixa temperatura, os riscos de mortalidade durante o inverno não devem ser desprezados.

Por esta razão, apesar de todas as regiões da costa brasileira apresentarem, pelo menos em algum momento do ano, condições climáticas para a execução de pelo menos um ciclo completo de produção, resta analisar quantas safras anuais seriam possíveis em uma determinada região e qual seria o ponto de equilíbrio para cobrir todos os custos envolvidos. Neste caso, produtores/investidores que pretendem instalar sua fazenda em uma região com clima reconhecidamente menos favorável para o cultivo de camarões devem avaliar se existem vantagens competitivas de assumir os riscos associados a essa escolha, e isso seria tema para a análise inicial de investimento do empreendimento.

2.2.3 Restrições de ordem legal

É fundamental que se conheça os dispositivos legais (em âmbito federal, estadual e municipal) que disciplinam o uso dos recursos naturais e os procedimentos necessários para a obtenção das licenças ambientais prévias, de instalação e de operação dos empreendimentos de carcinicultura em cada estado ou região.

É bastante comum que áreas consideradas tecnicamente excelentes para instalação dos cultivos tenham que ser desconsideradas, por estarem localizadas próximas ou mesmo dentro de ecossistemas protegidos ou de unidades de conservação. Por isso, as restrições de ordem legal precisam ser avaliadas antes mesmo da aquisição do terreno.

A adequação da instalação do empreendimento ao que estabelece a legislação foi detalhadamente tratada no Volume I, mas é fundamental que se compreenda que a obtenção das respectivas licenças, além de exigência legal, é condição indispensável para habilitar o produtor a ser certificado pela PI.

2.2.4 Infraestrutura e logística

Sob o ponto de vista econômico, “infraestrutura” engloba todo um conjunto de condições que permite que haja a produção de bens ou serviços, assim como o fluxo destes entre o produtor, o vendedor e o comprador. São considerados como itens de infraestrutura os meios de comunicação, os meios de transportes (vias, veículos, tráfego, etc.), de eletricidade e combustíveis (oferta, distribuição e manutenção de redes), o saneamento básico (fornecimento de água potável, rede de esgotos, etc.), entre outros ⁷.

Já a logística é a parte do processo de gerenciamento de uma determinada cadeia produção e de abastecimento responsável pelo planejamento, implementação e pelo controle do fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semiacabados e produtos acabados. Também fazem parte da logística as informações relacionadas a esses produtos e processos, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. A logística tem com o propósito atender às exigências dos clientes, dos mercados ou das normas e regulamentos técnicos que disciplinam uma cadeia produtiva.

A logística representa, cada vez mais, um importante fator para o sucesso na cadeia produtiva, seja para reduzir os custos totais ou para agregar valor ao produto final (com a redução dos tempos de entrega, por exemplo). Dessa maneira, a escolha e a gestão da infraestrutura correta podem significar a diferença entre o sucesso ou o fracasso de um empreendimento de carcinicultura.

No caso da instalação de uma fazenda de cultivo de camarões, é indispensável levar em considerações os aspectos de infraestrutura e logística regionais e locais quando da análise inicial dos investimentos.

O fornecimento estável de energia elétrica trifásica; a qualidade dos serviços de manutenção das redes elétricas; as condições de acesso à área; as distâncias e condições das estradas no entorno do local onde a fazenda poderá ser construída; a distância de portos, de aeroportos ou do mercado em potencial para a venda dos camarões, entre outros itens de infraestrutura influenciarão na logística e devem ser cuidadosamente considerados, já que terão efeito direto na viabilidade econômica do empreendimento.

2.2.5 Fatores de produção (oferta de bens e serviços) e disponibilidade de mão de obra

Uma fazenda de cultivo de camarões, qualquer que seja o seu tamanho ou sua capacidade de produção, precisará disputar espaço em um mercado no qual a gestão da competitividade será um fator fundamental para o sucesso do empreendimento.

A localização da fazenda, por sua vez, será diretamente afetada pela disponibilidade e pelos custos de logística para aquisição de bens e de serviços que serão utilizados durante o processo produtivo.

A fazenda vai precisar, por exemplo, adquirir pós-larvas, ração, fertilizantes, corretivos de solo e de água, gelo, caixas de transporte, combustíveis, produtos químicos, contratar os serviços de terraplanagem, de manutenção de equipamentos e assistência técnica, apenas para citar os principais. Portanto, quanto mais gastar com a logística para ter acesso a esses fatores de produção, maiores serão os custos de produção do camarão.

Por um lado, não é recomendável que fazendas de cultivo de camarões sejam instaladas em locais tão próximos a centros urbanos que possam sofrer os efeitos diretos da poluição doméstica, urbana ou industrial advindos desses locais. Mas, por outro, elas não devem ser instaladas em regiões tão distantes que dificultem ou inviabilizem o acesso à mão de obra necessária para as atividades de rotina ou que encareça demais a logística. Por exemplo, contratar trabalhadores de regiões distantes pode até ser uma saída possível em alguns casos. Mas, isso aumenta - e muito - os gastos com transporte e mobilização e diminui as condições de bem-estar dos trabalhadores, que terão que se deslocar diariamente por grandes distâncias.

Por essa lógica, fica evidente que a localização da fazenda deverá também ser definida com base nos custos para acesso aos bens e serviços de que necessitará e na disponibilidade de mão de obra local para as atividades de rotina.

Contratar trabalhadores locais é essencial para que fazenda seja bem aceita pelas comunidades do entorno da fazenda. Da mesma forma, privilegiar os fornecedores regionais de mercadorias e de serviços, sempre que isso for possível, é fundamental para estabelecer parcerias e uma boa relação comercial. Estas medidas não apenas propiciam uma melhor competitividade do empreendimento, mas também, aumentam a resiliência social, fundamental para enfrentar os inúmeros embates ideológico-jurídicos que frequentemente assolam a atividade. Além de desejável para qualquer empreendimento, este item faz parte dos critérios exigidos para certificação como PI.

2.2.6 Acesso ao mercado consumidor

O acesso ao mercado consumidor é um problema para grandes e pequenos produtores, independentemente da escala de produção. Além de desempenhar funções técnicas e cuidar da produção, os produtores irão atuar como administradores e gerentes de recursos humanos. Precisam também ser empresários competentes e, como tal, saber planejar, organizar e negociar.

Pequenos produtores costumam ter maiores dificuldades para acesso aos consumidores dos seus produtos. Quando oferecem sua produção a supermercados, enfrentam imensas dificuldades porque esses estabelecimentos estão acostumados a

negociar com grandes empresas e muitas vezes não entendem ou não se importam com as características da produção de pequenas fazendas.

Apesar do mercado estar cada vez mais globalizado, nenhum produtor, independentemente da sua escala de produção pode abrir mão dos mercados locais ou regionais. Por isso, o empreendedor deverá prospectar todos os possíveis mercados e avaliar as oportunidades e exigências estabelecidas pelos potenciais consumidores dos seus produtos, buscando aumentar a eficiência no uso de todos os recursos disponíveis, diminuir perdas e reduzir os custos. Ao se dedicar a estas ações, não estará somente facilitando seu acesso ao mercado, mas também estará fazendo justamente o que pregam os princípios da PI.

Independente da escala de produção, o camarão produzido na fazenda pode estar a milhares de quilômetros do seu consumidor final, ou a menos de uma hora de distância. Por isso, a logística, neste caso, não é “apenas” uma questão de certificação. Como o camarão é um produto altamente perecível, o tempo de armazenamento e de transporte, por exemplo, podem significar aumentos expressivos de custos de comercialização e perda da qualidade do produto. A dependência do transporte, por sua vez, reduz a capacidade de negociação e tende a manter a fazenda refém de atravessadores. Aí, mais uma vez, entra a importância de se definir adequada e previamente a área para instalação da fazenda.

2.2.7 Qualidade local da água

Dentre os fatores técnicos envolvidos na escolha de áreas aptas para a instalação de fazendas de cultivo, aqueles relacionados à qualidade e à quantidade de água disponível no local são essenciais.

A área pretendida precisa, antes de tudo, ser abastecida por água salobra (entre pelo menos 0,5 e 30 UPS, ou Unidade Prática de Salinidade) ou salina (acima de 30 UPS) em quantidade e qualidade adequadas. A água deve chegar até o local de captação através de um canal (natural ou artificial) ou de uma gamboa, livre de poluentes e, preferencialmente, em grandes volumes.

Em alguns casos, pode ser necessário que se construa um canal artificial, conectando o corpo de água natural ao sistema de captação. As limitações de ordem legal e os custos para realização dessa obra devem ser cuidadosamente avaliados durante a etapa de escolha da área. A supressão da vegetação para a instalação deste canal é considerada um impedimento importante, mas pode, muitas vezes, ser negociada com o órgão competente através da chamada “compensação ambiental”¹. De qualquer forma, o desenho deste canal deve prever o menor impacto ambiental possível.

¹ Compensação ambiental é um mecanismo financeiro que visa contrabalançar os impactos ambientais não mitigáveis previstos ou já ocorridos na implantação de empreendimento. É uma espécie de “indenização” pela degradação, na qual os custos sociais e ambientais identificados no processo de licenciamento são incorporados aos custos globais do empreendedor. Estes recursos são destinados às Unidades de Conservação para a consolidação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. O instrumento da Compensação está contido no Art. 36 da [Lei Nº 9985](#), de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e regulamentado pelo [Decreto nº 4340](#), de 22 de agosto 2002, alterado pelo [Decreto nº5.566/05](#).

O ideal é que o canal seja abastecido 24 horas por dia, mesmo em condições de maré baixa, permitindo o posterior bombeamento de água em qualquer horário do dia. Como isso dificilmente acontece, o local escolhido deve possibilitar o bombeamento de água de qualidade por, no mínimo, 8 horas ao dia. Períodos mais curtos de disponibilidade não inviabilizam obrigatoriamente a instalação da fazenda, mas, a longo prazo, podem comprometer a operação e a sustentabilidade econômica e ambiental do empreendimento.

As principais características da água disponível, que devem ser observadas na instalação de uma fazenda de camarões marinhos são:

- Disponibilidade durante o ano, com atenção especial aos períodos desfavoráveis de maré.
- A salinidade média e a amplitude de suas variações ao longo do ano;
- Variações na temperatura da água ao longo do ano;
- Presença de predadores e de competidores mais comuns na região;
- Possibilidade de contaminação da água por efluentes urbanos ou industriais;
- A possibilidade de captação da água efluente advinda de outras fazendas de carcinicultura presentes no mesmo corpo de água, devido ao risco de transmissão de enfermidades de um empreendimento para o outro;
- O registro da ocorrência de enfermidades de origem viral na região.

Utilizando kits e instrumentos de análise relativamente baratos (como medidores de oxigênio, phmetros, refratômetros ou salinômetros, disco de Secchi, dentre outros equipamentos portáteis) é possível avaliar os parâmetros mais elementares que determinam a qualidade de água no local previamente identificado. Já para a realização de análises mais precisas, pode ser necessária a coleta de água e o envio das amostras para análise em laboratórios especializados.

Qualidade da água

Em aquicultura nunca se deve planejar com base nas condições ambientais médias, mas sim nas condições extremas, pois são elas que podem comprometer toda uma safra e até a viabilidade do empreendimento. Um camarão não morre em função das condições médias, mas sim em função de valores extremos de qualidade de água. Por outro lado, não basta que uma espécie apenas suporte uma determinada condição ambiental. É preciso que essas condições ambientais sejam confortáveis ao animal para que não afetem ou comprometam o seu desempenho durante o cultivo. Por isso, a análise da qualidade da água no local escolhido para a possível instalação da fazenda não deve ser feita em uma ocasião única. Ela deve ser repetida várias vezes, nas épocas mais críticas do ano (picos da estação chuvosa e da estação de seca, picos de inverno e de verão).

A primeira variável de qualidade da água que deve ser observada é a salinidade. A espécie a ser cultivada muito provavelmente será *L. vannamei*, que é bastante tolerante a amplas variações de salinidade. Apesar dessa grande tolerância da espécie, a zona de conforto salino da espécie fica entre 15 e 30 UPS⁸.

Salinidades acima ou abaixo destes parâmetros não necessariamente impedem o cultivo, mas adicionam maior estresse fisiológico aos camarões. Regiões em que, sazonalmente, a salinidade possa atingir valores acima de 45 UPS por longos períodos de tempo devem ser evitadas.

Mesmo que atualmente exista uma tecnologia suficientemente avançada para cultivar *L. vannamei*, em águas com salinidades muito baixas, o chamado “cultivo em águas oligohalinas” (do grego: oligos=pouco, halos= sal), regiões com salinidades médias abaixo de 0,5 UPS geram condições demasiadamente estressantes, que comprometam bem estar, o crescimento e a imunidade dos camarões⁹ e devem, via de regra, ser evitadas.

Além da salinidade, outras variáveis físicas e químicas, como o pH, a alcalinidade, a dureza e a temperatura, podem ter enorme influência sobre a qualidade da água e, por consequência, serem determinantes para o sucesso do cultivo.

Muitas dessas variáveis podem até ser corrigidas antes e durante o cultivo, principalmente naqueles sistemas em que se praticam técnicas de recirculação e reaproveitamento de água. Mesmo assim, esta correção pode se tornar antieconômica, sendo muito mais seguro que se opte por regiões em que a água apresente naturalmente a qualidade desejada.

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros considerados mais adequados para o cultivo de camarões marinhos em relação às principais variáveis de qualidade da água.

Tabela 3. Variáveis importantes para a água de abastecimento dos viveiros e seus parâmetros recomendados. Fonte: Fast¹⁰, Ono e Kubitzka¹¹.

Variável	Limites recomendados
Temperatura	25 a 30°C
pH	7,0 a 9,0
Oxigênio dissolvido (O ₂)	> 3,5 mg/L
Gás carbônico (CO ₂)	< 20 mg/L
Alcalinidade total (CaCO ₃)	> 100 mg/L
Dureza (CaCO ₃)	> 100 mg/L
Amônia gasosa (NH ₃)	0,1 mg/L
Nitrito (NO ₂)	< 1,3 mg L (juvenis) < 0,4 mg/L (adultos)
Gás sulfídrico (H ₂ S)	< 0,005 mg/L
Salinidade	> 0,5 e < 45 UPS (ideal entre 15-30 UPS)

É importante contextualizar estas recomendações em relação à qualidade da água. Não é “proibido” se cultivar camarões utilizando água com qualidade inferior à recomendada. Porém, nestes casos, a sustentabilidade do empreendimento poderá ficar comprometida. O resultado da inadequação certamente exigirá mais medidas de correção, implicando em maior uso de insumos, o que poderá afetar negativamente o equilíbrio financeiro e afetar diversos compromissos que deverão ser assumidos pela fazenda. E este ponto é importante para a certificação de um empreendimento como PI.

Na seção 3, o tema “qualidade da água” será discutido mais a fundo, tendo como foco o manejo durante a operação de uma fazenda de cultivo de camarões marinhos.

2.2.8 Quantidade de água disponível

Outro fator preponderante para a escolha da área é a quantidade de água à disposição. Esse volume, por sua vez, depende primeiramente da área total a ser inundada (área de viveiros + canais de abastecimento). Fazendas maiores necessitarão de mais água que as menores.

Qualidade da água disponível

“Ter acesso” a uma grande quantidade de água não significa “usar” uma grande quantidade de água. Como uma fazenda de camarões marinhos quase nunca é abastecida por gravidade, bombear água desnecessariamente implicará em gastar mais energia e, conseqüentemente, mais dinheiro. Porém, se precisar de água para corrigir problemas ou mesmo para encher os viveiros rapidamente após encerrado um ciclo de produção, não ter água em quantidade suficiente à disposição pode significar perdas. Planejar, neste caso, é essencial.

Recomenda-se que a quantidade de água a disposição do produtor (água bombeada + água armazenada nos canais de abastecimento) seja suficiente para a reposição diária de pelo menos cerca de 20% do volume dos viveiros, mesmo que trocas ou reposições praticadas rotineiramente se mantêm entre 3 a 7% do volume total ¹¹.

Além do abastecimento ou da renovação de água em uma fazenda, há ainda outros fatores a se considerar em relação à quantidade de água disponível, como a taxa de infiltração da água no solo e a taxa de evaporação. Ambos os fatores são inerentes à área a ser analisada e, assim como variações da vazão em função da maré e da sazonalidade, estão relativamente fora do controle humano, devendo ser previamente avaliados quando da escolha da área.

A velocidade em que a água infiltra no solo está intimamente relacionada às suas características, ou seja, um viveiro construído em solo arenoso perderá água muito mais rapidamente que outro construído em solo com maior teor de argila.

As taxas de evaporação de água nos viveiros dependem da estação do ano, da temperatura, dos ventos e da taxa de umidade relativa do ar. Estes dois fatores, infiltração e evaporação, somados precisam ser adequadamente estudados para se projetar a capacidade das estações de bombeamento e os volumes de água que precisarão ser bombeados (Tabela 4).

Tabela 4. Vazão de água (em litros/segundo/ha) necessária para a reposição das perdas de água por evaporação e por infiltração. Fonte: Ono e Kubitzka ¹¹.

VIB* mm/h	Evaporação média (mm/dia)					
	2	4	6	8	10	12
0,5	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8
1	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,2
2	5,8	6,0	6,3	6,5	6,7	6,9
4	11,3	11,6	11,8	12	12,3	12,5
8	22,5	22,7	22,9	23,1	23,4	23,6
12	33,6	33,8	34	34,3	34,5	34,7

*VIB: velocidade de infiltração básica

O grau de infiltração de água em um determinado solo pode ser avaliado através de um teste simples (Figura 9). Pode-se, por exemplo, cavar valas ou trincheiras no solo a ser prospectado. Essas valas deverão ser feitas na mesma área e atingir a mesma camada se solo que servirá como fundo dos viveiros após sua construção e enchimento. É a porosidade deste nível do terreno que será responsável por regular a infiltração de água no solo durante os cultivos ¹².

Uma vez aberta, a vala precisa ser preenchida com água até o nível desejado. No início do teste, o nível da água provavelmente sofrerá rápida redução. Mas, à medida que o solo vai se saturando de água, a taxa de infiltração passará a ser cada vez menor. Por isso, deve-se repor a água periodicamente ao longo do teste. Após a estabilização das leituras da infiltração (realizadas com uma régua graduada), a velocidade de infiltração básica deverá ser estimada. Se, por exemplo, após várias medições, for verificado que o nível da água se reduz consistentemente em 1,2 centímetros em uma hora de intervalo, conclui-se, que a medida da VIB daquele trecho de terreno será 12 mm/h.



Figura 9. Teste de infiltração de água através do uso de uma vala. O fundo deve estar no mesmo nível que a cota do fundo dos viveiros que serão construídos.

Não tão fácil, no entanto, é visualizar o que este dado significa em termos de aquicultura. Considere o exemplo acima, uma VIB extrema de 12 mm/h, ocorrendo em um viveiro de um metro e vinte de profundidade, algo muito comum em várias fazendas de carcinicultura. Um viveiro nestas condições sofrerá uma redução de 24% em seu volume, de um dia para o outro, que deverá ser repostos.

Levando em conta que, classicamente, recomenda-se que uma fazenda possua a capacidade de troca de água diária de no máximo 20%, é fácil entender que estes valores de VIB são pouco sustentáveis em um prazo mais longo.

Considerando também a recomendação de que o volume real de água trocada/reposta diariamente fique em torno de 3-7%, isso significa que uma VIB de apenas 4 mm/h já seria suficiente para extrapolar o limite superior deste intervalo.

É muito difícil estabelecer um limite máximo da VIB que possa ser usado como referência para a escolha de áreas mais adequadas para a implantação dos viveiros. Este número dependerá do tamanho dos viveiros, da capacidade e dos custos de bombeamento. Contudo, quanto menor for a taxa de infiltração no solo, menos água precisará ser bombeada no dia a dia da fazenda. Além dos custos com bombeamento, é preciso considerar que estruturas maiores e mais complexas implicarão também em custos mais elevados de investimento, de manutenção e de operação dos sistemas hidráulicos (canais, tubulações, filtros e bombas).

Assumindo os riscos de fixar aquilo que é naturalmente variável, pode-se dizer que áreas que apresentam solos com VIB superiores a 3,5 mm/h deveriam ser, *a priori*,

preferidas em favor de áreas com solos mais adequados, a menos que se planeje o emprego de técnicas de impermeabilização do solo.

Viveiros novos são naturalmente mais permeáveis que viveiros mais antigos, porque a pressão da água e a contínua deposição de matéria orgânica reduzem, com o tempo, a porosidade do solo. Porém, dependendo da natureza do solo, a taxa de percolação pode não se reduzir significativamente a curtos ou médios prazos.

Existem formas de reduzir a porosidade de um solo, adicionando camadas de material orgânico e/ou solo com alto teor de argila, mas são técnicas trabalhosas e, para grandes áreas, provavelmente antieconômicas. Outra possibilidade é a impermeabilização de todo o viveiro com o uso de geomanta ¹². Estas técnicas serão discutidas adiante.

Mas, ainda que se encontrem soluções que sejam técnica e economicamente viáveis, a captação e a movimentação de grandes volumes de água podem gerar resistências por parte das instituições ambientais e da própria comunidade onde a fazenda estiver instalada. Além disso, perder água por excesso de infiltração é uma indicação evidente de que a área escolhida é inadequada, o que contraria frontalmente os princípios da PI.

Por fim, outro ponto limitante para a escolha da área é a presença de fontes, pontuais ou difusas, de poluição no entorno da fazenda. Atividades agropecuárias podem contaminar a água dos viveiros pela carga orgânica ou de pesticidas carregados para a área de captação de água e até mesmo diretamente nos viveiros, dependendo da topografia local. Atividades industriais podem aportar contaminantes inorgânicos ou até metais pesados. Esgotos residenciais implicam na contaminação por microrganismos patogênicos, que podem comprometer a qualidade do camarão produzido ¹³.

A presença de outras fazendas de cultivo de camarão na mesma região pode ser considerada um atrativo para a escolha de uma área, como foi discutido anteriormente. Ocorre que certas áreas podem atrair um excesso de empreendimentos, que acabam se instalando muito próximas uns dos outros.

O adensamento de fazendas, compartilhando da mesma fonte de água e lançando efluentes em uma área compartilhada, é um ponto muito negativo. A disseminação de enfermidades entre fazendas vizinhas é um dos principais fatores responsáveis pelo colapso da atividade da carcinicultura em regiões inteiras. Por esta razão, como medida de biossegurança, recomenda-se que, quando possível, áreas adjacentes a outras fazendas já instaladas sejam evitadas.

2.2.9 Características físicas e químicas do solo

Apesar de existirem técnicas de engenharia que permitam a construção de viveiros nos mais diversos tipos de solo, as características específicas de cada local podem dificultar seu uso ou torná-lo antieconômico. Por esta razão, a qualidade do solo da área prospectada deve ser muito bem avaliada.

O solo é composto pela mistura de partículas sólidas minerais, ânions e cátions (sais dissolvidos), líquidos, gases, partículas orgânicas, seres vivos, separados por espaços. Essas partículas variam quanto ao seu tamanho, formato, homogeneidade, entre outras características ¹⁴.

O solo constitui naturalmente um meio ou substrato no qual vive um número imenso de microrganismos, responsáveis por processos físicos e químicos. Estes microrganismos irão influenciar diretamente na qualidade da água e nos processos físicos, químicos e biológicos que acontecerão durante um cultivo realizado em viveiros.

Tanques ou viveiros?

É comum que os termos “tanque” e “viveiro” sejam confundidos. **Viveiros** são estruturas construídas diretamente sobre o solo. A principal característica do viveiro é que o solo e seus constituintes interagem com o ambiente de cultivo e esta interação é parte fundamental do próprio processo produtivo.

Tanques, por sua vez, utilizam formas de evitar o contato do solo com a água (lonas, mantas e materiais plásticos em geral, pedras, concreto, cimento, dentre outros). Nos tanques, não existe interação, positiva ou negativa, entre o solo e água.

2.2.9.1 Horizontes

O processo de formação do solo favorece a formação de diferentes camadas, com cores e texturas diferentes, que refletem a origem do material e os graus de intemperismo a que foram submetidos. De uma maneira geral, o perfil dos solos é subdividido em horizontes (Figura 10), sendo:

- **Horizonte O:** composto pela camada orgânica mais superficial, de tonalidade escura.
- **Horizonte A:** constituído da matéria rochosa, transformada pelo intemperismo e pela presença de quantidades variáveis de húmus. É nesta região que vivem os organismos que decompõem a matéria orgânica e onde se fixam as raízes das plantas.
- **Horizonte B:** É uma camada essencialmente mineral, com quantidades reduzidas de matéria orgânica. Pode haver acúmulo de compostos de ferro e de minerais resistentes, como o quartzo, e ser alcançado por raízes mais profundas.
- **Horizonte C:** É uma camada essencialmente mineral, pouco ou parcialmente alterada.
- **Horizonte R:** É a camada da rocha não alterada, que deu origem ao solo.

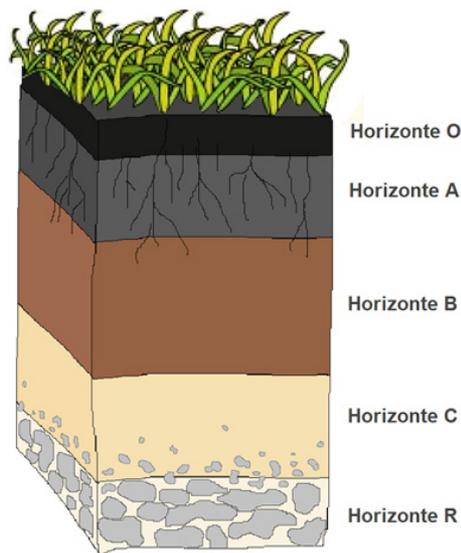


Figura 10. As principais camadas do solo, chamadas de “horizontes”.

Nem todas as áreas apresentam solos com esta exata sequência de horizontes, porque a rocha matriz varia de local para local, bem como variam as forças físicas e químicas a que atuaram geologicamente sobre ela.

2.2.9.2 Textura

Por esta mesma razão, as propriedades do solo de uma área em particular resultam da combinação e proporção das partículas que o formam. Isso tem fundamental importância na construção e, posteriormente, na operação dos viveiros de cultivo.

A textura do solo é resultante das proporções relativas de três tipos de partículas de rocha: areia, silte e argila. O que as diferencia não é sua composição química e sim seu tamanho. Uma partícula de argila é cerca de 1.000 vezes menor que um grão de areia (Figura 11).

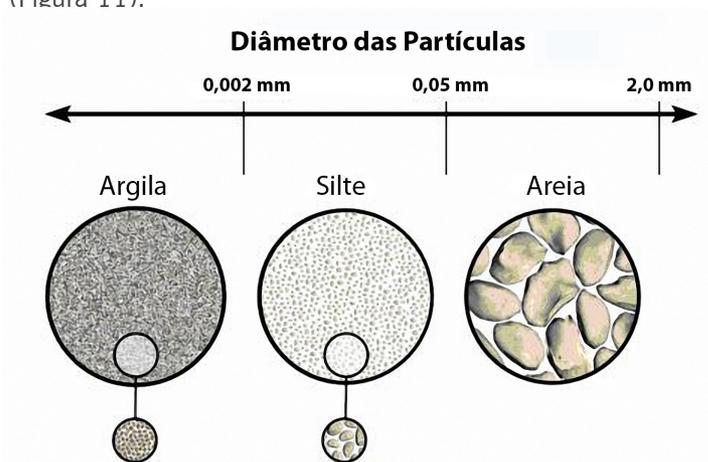


Figura 11. Diâmetro das partículas presentes no solo. Fonte: The Comet Program.

O silte é uma partícula intermediária entre a areia fina e a argila. Solos com muito silte apresentam baixa plasticidade e baixa resistência quando expostos ao ar. Já a areia é um material inerte, que não reage com água, mas sua maior granulometria e seu formato irregular conferem maior porosidade ao solo.

Através de um teste simples, é possível estimar a proporção das partículas que compõem uma determinada amostra de solo. Como a estrutura principal de um viveiro será constituída do solo retirado do horizonte "B", uma avaliação da textura e do gradiente deve ser realizada nesta camada específica. Através do uso de um trado, coletam-se amostras de solo na mesma profundidade na qual o solo será retirado para compor os diques. O teste pode ser feito também utilizando o mesmo solo eventualmente retirado durante o teste de infiltração.

Cerca de 300 g desse solo são colocados em frasco transparente de 1 litro (uma garrafa pet funciona perfeitamente). O solo é então vigorosamente misturado com 500 mL de água e deixado decantar por um dia. Após este período, é possível observar a formação de diferentes camadas de partículas no fundo do frasco (Figura 12).

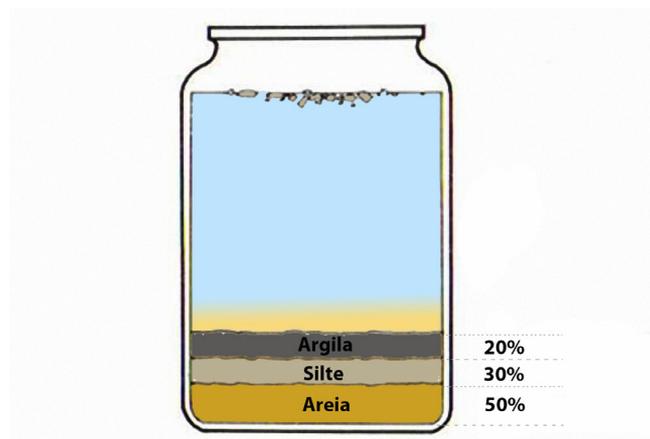


Figura 12. Teste para identificação das frações de partículas que compõem o solo.
Fonte: Coche ¹².

As camadas, por sua vez, são definidas pela textura ou granulometria das partículas ou, em outras palavras, em função da proporção entre argila, silte e areia presentes no solo.

Como os grãos de areia são maiores e mais pesados que o silte e estes maiores e mais pesados que os de argila, eles irão ficar no fundo do frasco. Uma segunda camada, de silte, se formará e, mais em cima, uma de argila. A altura de cada camada pode ser medida com auxílio de uma régua e comparada com o volume total de solo decantado. Depois é só dividir a espessura de cada camada pela soma da espessura das três camadas juntas para se chegar à textura do solo analisado.

Com base nessas proporções e utilizando o triângulo textural de Wentworth (Figura 13), é possível se chegar a uma identificação do tipo de solo no local prospectado. No exemplo da Figura 12 (20% de argila, 30% de silte e 50% de areia), a textura do solo seria classificada como Franca.

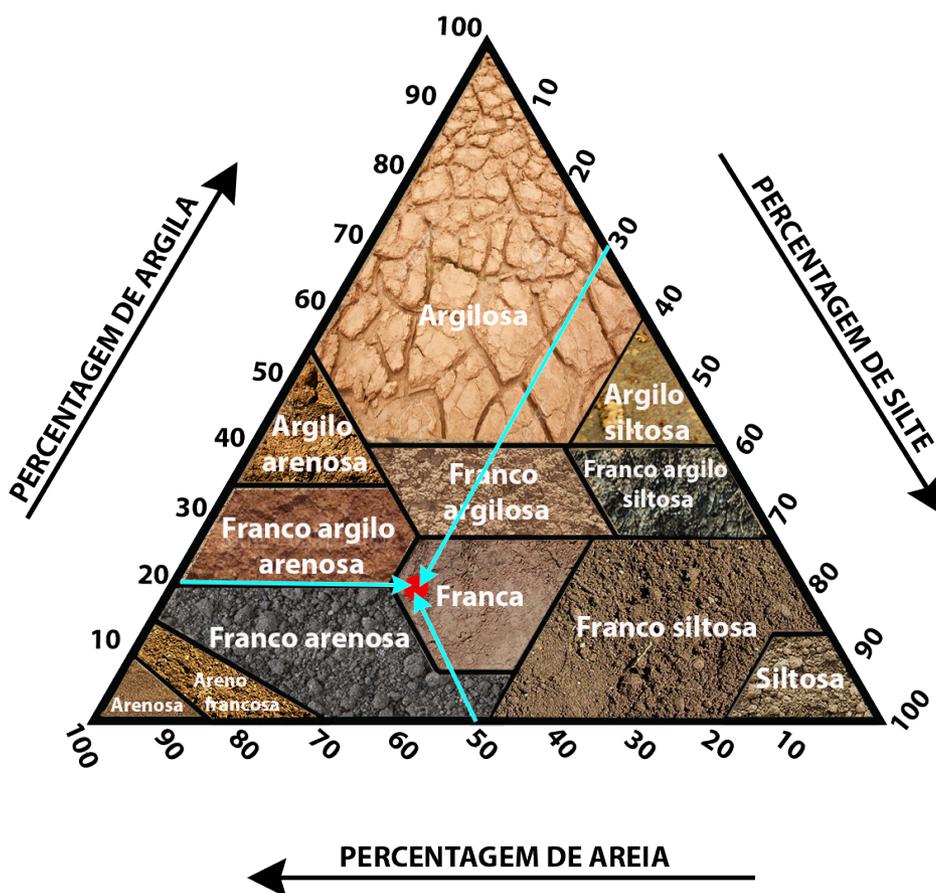


Figura 13. Classes texturais do solo segundo os critérios adotados pelo Departamento de Agricultura dos EUA e exemplo de classificação de um solo contendo 20% de argila, 30% de silte e 50% de areia.

2.2.9.3 Microporosidade

As partículas de solo são descontínuas e irregulares, ou seja, deixam espaços (ou poros) entre si. Esta característica é chamada de porosidade. Estes espaços podem ser maiores ou menores dependendo da natureza das partículas que compõem o solo (Figura 14). Em um viveiro, a proporção entre as partículas de argila, silte e areia também determinará a **porosidade** do solo.

Esses espaços são ocupados em parte pela água e em parte pelo ar, sendo que a relação água/ar influi bastante no desenvolvimento microbiano no solo. Já a quantidade de água que adere à superfície de cada partícula do solo varia de acordo com a sua textura.

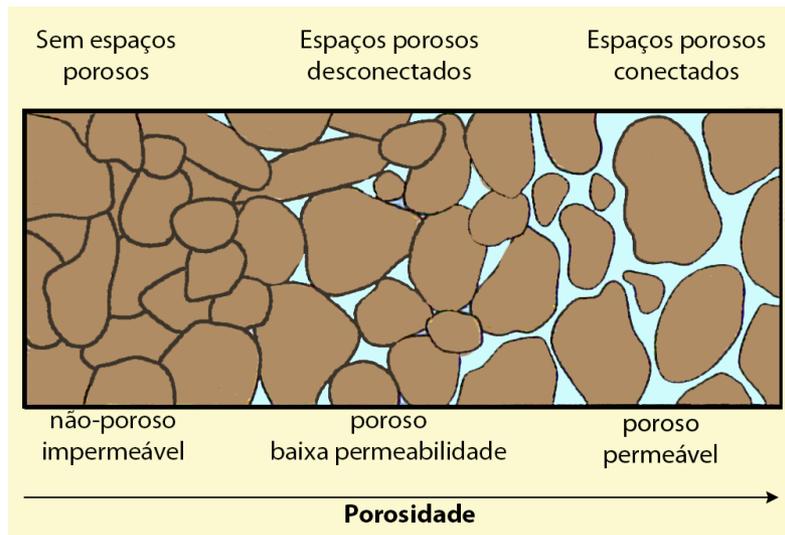


Figura 14. Quanto mais poroso for um solo, maior será a sua permeabilidade à água e gases.

A precisa classificação da textura do solo, além de possibilitar uma previsão das perdas de água por infiltração, permite estimar a taxa de lixiviação, isto é, de perda dos nutrientes para o subsolo, carregado pela passagem da água. Quanto menor for a partícula, menores serão os poros formados entre elas e, assim, menor a infiltração da água.

2.2.9.4 Plasticidade

A plasticidade é uma propriedade que descreve o quão moldável pode ser um tipo determinado de solo. Isso, por sua vez, é importante na construção dos viveiros e na estabilidade dos diques. Essa característica é basicamente determinada pelos teores de argila presentes no solo. Viveiros construídos com solos pouco argilosos (com muita areia e silte), além de apresentar alta taxa infiltração, são menos estáveis e tendem a apresentar maiores taxas de erosão.

Um teste simples pode ser realizado em campo para avaliar a plasticidade do solo da área prospectada para a instalação dos viveiros de cultivo de camarões (Figura 15). O teste se resume a uma sequência de manipulações de uma massa de solo umedecido, tentando modelar estruturas mais finas e dobradas a cada etapa. A ideia é que, quanto maior o conteúdo de argila da mistura, mais plástico é o solo e, portanto, mais moldável.

O material deve ser preparado com uma amostra peneirada de solo (peneira de 2 mm). Um punhado de uma amostra do solo peneirado deve ser umedecido até se obter uma massa pouco pegajosa durante a manipulação.

Na etapa "A" do teste, tenta-se fazer uma bolinha. Se não for possível, significa que o solo é muito arenoso. Se isso for possível, segue-se para etapa "B", tentando fazer

um rolinho com 6 a 7 cm de comprimento. Se não for possível, o solo é considerado arenoso-franco. O ideal para um solo onde será construído o viveiro é que se consiga fazer um anel (que não se quebre), unindo as pontas do rolinho (“G”).

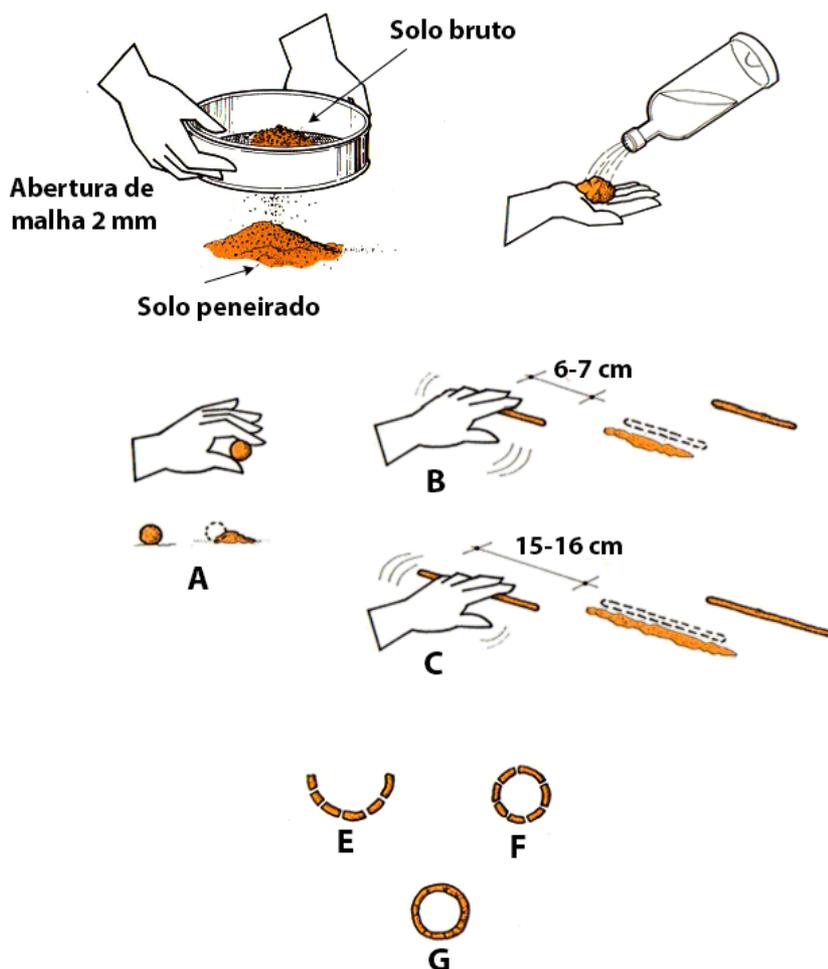


Figura 15. Sequência do teste da rosquinha. As classificações são: a) solo arenoso b) arenoso-franco c) franco-arenoso d) franco f) franco-argiloso g) franco ou franco-argiloso. Fonte: Coche ¹².

2.2.10 Tipos de solo e sua relação com a carcinicultura

2.2.10.1 Solos argilosos

Com o que foi apresentado até aqui, pode-se perceber que o teor de argila no solo é um caráter muito importante para a seleção de áreas para a construção de viveiros. Solos mais argilosos apresentam menor permeabilidade e permitem a construção de diques mais estáveis.

Porém, isso não significa que quanto mais argiloso melhor. Existe um conceito conhecido como Área Superficial Específica (ASE) que indica a área total em um determinado substrato, em relação a sua massa, usualmente expressa em metros quadrados por grama (m^2/g)¹⁵. Em uma amostra de solo, quanto menor o tamanho das partículas que o compõem, maior será sua ASE. Assim, um quilograma de argila possui mais área específica que um quilo de areia, porque suas partículas são menores. Por esta razão, enquanto a ASE de um solo arenoso não chega a $0,1 m^2/g$, em uma amostra de solo argiloso, pode chegar eventualmente a até $1.000 m^2/g$.

Por isso, durante os cultivos de camarões, é geralmente muito mais difícil corrigir o pH de um solo argiloso que um solo arenoso, porque exigirá maiores quantidades relativas de calcário ou outros corretivos.

A argila também tem natureza coloidal e cargas elétricas negativas. Isso, juntamente com sua alta ASE, faz com que solos argilosos apresentem alta capacidade de retenção de íons positivos (cátions) em sua superfície. A este fenômeno se dá o nome de “adsorção”.

Entre os cátions mais importantes para a carcinicultura estão os fosfatos, que são adsorvidos em maior taxa em solos argilosos que arenosos. Pela mesma razão já explicada acima, também é mais difícil se manter níveis elevados de fertilização da água dos viveiros construídos em solo argiloso, porque exigem maiores quantidades de fertilizantes fosfatados¹⁶.

Solos com uma composição de argila entre 20 a 30% são considerados bastante adequados para a construção dos diques. Recomenda-se que apresentem gradiente suave entre as partículas, ou seja, que apresentem partículas de tamanhos intermediários entre argila, silte e areia. Solos com menos de 15% de argila já podem ser considerados arenosos.

2.2.10.2 Solos arenosos

Solos arenosos ou com grande quantidade de seixos ou de cascalho² apresentam alta taxa de infiltração de água no solo, demandando maior uso de água e, conseqüentemente, de energia para bombear essa água até os viveiros. Como comparação, em um solo com 30% de argila, a condutividade hidráulica³ é de $0-0,1 cm/h$. Já em um solo bastante arenoso, com apenas 5% de argila, a condutividade hidráulica sobe para até $16 cm/h$.

São solos pobres em nutrientes devido à lixiviação acentuada e da rápida decomposição da matéria orgânica. Diques construídos com este tipo de solo tendem a ser pouco estáveis e altamente suscetíveis à erosão.

Tais características fazem com que solos arenosos, sob os fundamentos da PI sejam altamente desfavoráveis. Ainda assim, uma determinada área não deve ser obrigatoriamente descartada apenas por apresentar solo arenoso.

² Fragmentos de rocha maiores que um grão de areia.

³ Propriedade de um meio poroso, combinada à do fluido que se escoar nesse meio saturado, e que determina a relação entre descarga específica e o gradiente hidráulico que a origina (Lei de Darcy).

Nas regiões litorâneas, onde a carcinicultura é geralmente praticada, solos arenosos são predominantes. Aliás, diversas fazendas brasileiras foram construídas sobre terrenos arenosos e as perdas por infiltração são altíssimas, mesmo assim algumas dessas empresas operam há mais de 40 anos.

Por esta razão, a escolha da área deve levar em conta o tipo de solo existente porque, apesar de haver diversas técnicas para sua correção e manipulação, estes procedimentos podem se tornar caros e antieconômicos. Na Tabela 5 podemos comparar as características de cada tipo de solo em função do manejo de viveiros.

Tabela 5. Influência da textura na construção e no manejo de viveiros de cultivo de camarões.

Textura Fina	Textura Média	Textura Grosseira
Argilosos	Francos	Arenosos
Elevada retenção de água	↔	Baixa retenção de água
Baixa circulação de água	↔	Elevada circulação de água
Elevada coesão	↔	Baixa coesão
Consistência plástica e pegajosa (molhada) ou dura (seca)	↔	Consistência friável (seca ou molhada)
Menor porosidade	↔	Maior porosidade
Aeração deficiente	↔	Aeração eficiente
Dificuldade de correção	↔	Facilidade de correção
Altas taxas de adsorção	↔	Baixas taxas de adsorção
Altas taxas de retenção de nutrientes	↔	Baixas taxas de retenção de nutrientes

2.2.10.3 Solos orgânicos

A presença de matéria orgânica no solo onde serão construídos os viveiros é desejável, porém na quantidade certa. Solos muito ricos em matéria orgânica são geralmente solos ácidos (como os de manguezais, por exemplo). O baixo pH aumenta o estresse a que os camarões são submetidos durante o cultivo, dificultando a sua muda, crescimento e osmorregulação, além de afetar a produtividade primária no viveiro ¹⁴.

Solos orgânicos tipicamente apresentam coloração escura e odor de ovo podre, devido à decomposição de material vegetal e fibroso e a liberação de gás sulfídrico. Os solos orgânicos não permitem uma boa compactação e sempre tenderão a apresentar baixa estabilidade e, por isso, devem ser evitados.

As turfas são um tipo de solo que pode apresentar horizonte orgânico com cerca de um metro de profundidade ⁷. Durante a construção dos viveiros, no momento em que se remove a camada superficial orgânica, a quantidade de material a ser retirado

em solos turfosos se torna impraticável. A única possibilidade seria o empréstimo de um solo mais adequado de outras áreas, o que, na maioria das situações, torna-se economicamente inviável.

Os solos mais orgânicos que existem apresentam entre 15 e 20% de matéria orgânica¹⁷. E, apesar de existirem técnicas para a redução de matéria orgânica no solo, a construção de viveiros em áreas com solos com mais de 5 % é altamente desaconselhável.

2.2.10.4 Solos sulfurosos-ácidos

Em regiões de manguezal ou pantanosas, geralmente ocorre acúmulo de água estagnada e material orgânico de origem vegetal. A decomposição desse material em condições de baixa oxigenação é realizada por bactérias anaeróbicas, que não geram CO₂ como produto final do seu processo respiratório, mas sim, componentes sulfurosos, como o gás sulfídrico (H₂S) ou sulfetos e dissulfetos de ferro (FeS₂). Esse tipo de composto é altamente tóxico para os camarões.

Mas, além disso, quando essas áreas são limpas e drenadas para a construção de viveiros ou quando os viveiros construídos sobre este tipo de solo são drenados e expostos ao ar (por exemplo, entre dois ciclos de produção), ocorre a formação de ácido sulfúrico, que provocará uma redução bastante radical no pH do solo, comprometendo definitivamente a sobrevivência dos camarões. A redução do pH pode ser compreendida a partir da seguinte reação química¹¹.



Um teste rápido, facilmente realizado em campo, pode confirmar se o solo é sulfuroso (Figura 16). Coleta-se uma pequena amostra em um frasco e adiciona-se um pouco de água oxigenada a ela. Se imediatamente se formarem grandes quantidades de bolhas de gás, provavelmente se trata de um solo sulfuroso.



Figura 16. Uso de água oxigenada para identificar solos excessivamente sulfurosos.

Os viveiros construídos nesse tipo de solo serão sempre problemáticos. Necessitam de doses muito elevadas de corretivos e nunca poderão ser deixados por muito tempo sem água, para não potencializar os problemas. Certamente muitos ciclos de cultivo deverão ser realizados, a maioria com resultados zootécnicos muito abaixo do esperado, antes que as características químicas e biológicas deste solo comecem a se estabilizar.

Em resumo, solos ideais para a construção de viveiros de cultivo de camarões devem possuir baixa porosidade e alta plasticidade, e, ao mesmo tempo, teores não muito elevados de argila teores médios de matéria orgânica e pH próximo ao neutro.

Porém, não necessariamente uma determinada área deverá ser descartada por não apresentar solos considerados ideais para a instalação da fazenda. Em situações reais, condições aquém do ideal tendem ser a norma.

Mas, nesse caso, a avaliação a ser realizada deverá ser criteriosa o suficiente para identificar se as características do solo da área em questão estão próximas ao ideal, podendo ser corrigida durante a preparação dos viveiros; se são inadequadas, mas podem ser corrigidas de maneira econômica ou mesmo ao longo de vários ciclos de produção; ou se o solo é mesmo próprio e sua correção for economicamente viável. Nesse último caso, aí sim, a área deverá ser descartada.

Manguezais

O manguezal é um ecossistema típico do litoral. Ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associam, predominantemente, um tipo de vegetação conhecida como “mangue”, típica de solos argilosos de estuários e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e de Santa Catarina.

Em seus primórdios, viveiros de carcinicultura eram construídos nestes locais, não só por que eram terrenos relativamente baratos, mas também porque, por falta de um maior conhecimento, eram considerados adequados. Não demorou muito para que se percebesse que solos de manguezais eram excessivamente orgânicos e, na verdade, muito pouco adequados para a construção de viveiros ou para o cultivo de camarões marinhos.

Em fazendas modernas, os viveiros são construídos em terrenos elevados, acima do nível da maré mais alta, ou seja, podem até estar próximos dos manguezais, mas de maneira alguma incluem aquele ecossistema. Atualmente é senso comum que construir viveiros nesse tipo de solo, além de ilegal, segundo o Código Florestal Brasileiro, é um grave erro técnico.

Além disso, devido a erros cometidos no início da carcinicultura, a atividade enfrenta até hoje o grande preconceito de ser uma atividade “destruidora de manguezais”.

Não é possível se certificar uma fazenda sob a égide da Produção Integrada se ela tiver sido construída diretamente sobre o manguezal.

2.2.11 Topografia

A topografia do terreno definirá todo o desenho da fazenda (Figura 17). Todas as fazendas de camarão em sistema de viveiros são relativamente parecidas na sua concepção básica. Como a fonte de água está próxima ao nível do mar, essas fazendas sempre dependerão de uma estação de bombeamento para elevar a água até um canal central de abastecimento, que a distribuirá por gravidade para dentro dos viveiros. Desses viveiros, a água é drenada por gravidade de volta para o ambiente.

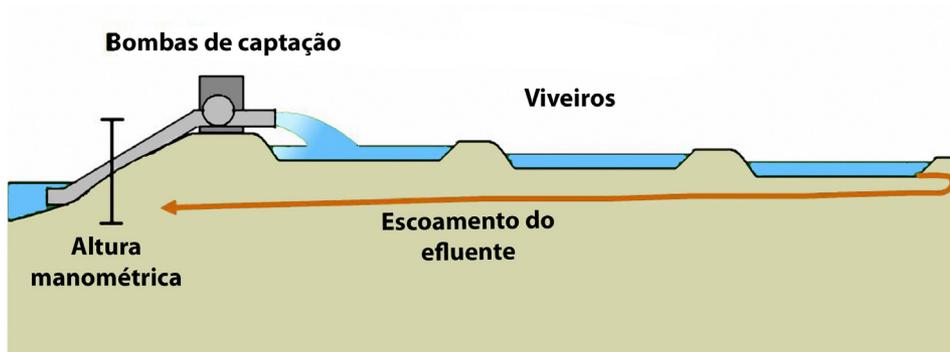


Figura 17. Representação esquemática do cultivo de uma fazenda de cultivo de camarões em sistema de viveiros.

Como será visto adiante, fazendas mais modernas não descartam mais essa água diretamente no ambiente. Ao contrário, coletam este efluente para um canal periférico, podendo o tratar antes de sua descarga ao ambiente ou até mesmo reutilizar a água dos viveiros nos cultivos subsequentes, caso apresente qualidade compatível com as exigências técnicas.

Portanto, durante a escolha do terreno, é fundamental analisar se sua topografia permitirá a adequada movimentação de água, reduzindo-se ao máximo os custos energéticos.

É recomendável que o terreno apresente suave declive entre 1 a 3 %, (ou 1 a 3 m de desnível a cada 100 m de distância)¹⁸. Terrenos com declividade adequada possibilitam um melhor aproveitamento da área e a redução nos custos de construção dos viveiros. Declividades maiores exercem exagerada pressão sobre as estruturas hidráulicas.

O terreno também não deverá estar muito próximo do nível do mar, devido ao risco de inundações durante as marés mais altas. Recomenda-se que o terreno se localize a pelo menos um metro acima do nível máximo de maré local⁷.

2.3 Zoneamento de áreas propícias para carcinicultura

O processo de escolha da área é fundamental para o sucesso do empreendimento, mas, como deve ter ficado claro, este é complexo e demorado. Em diversos lugares no mundo, essa identificação de área é facilitada por estudos que utilizam ferramentas de gerenciamento costeiro, no sentido de levantar as áreas com melhores

aptidões para a atividade ¹⁹. Estes estudos iniciam a análise através de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) criando diversos mapas de aptidões para uso do solo ²⁰. Também são criados mapas de restrições ambientais, sociais e de conflitos de uso para as mesmas áreas. Os mapas são então sobrepostos, permitindo a identificação das áreas mais propícias à instalação de fazendas (Figura 18).

Critérios socioeconômicos, tipos de solo, clima, topografia, disponibilidade de água adequada infraestrutura e logística são transformados em índices matemáticos, que são utilizados para gerar mapas de aptidão das áreas para a carcinicultura. Esses índices, por sua vez, podem ser usados para classificar as áreas entre quatro níveis de atratividade empresarial: excelentes, boas, marginais e não recomendadas ²¹.

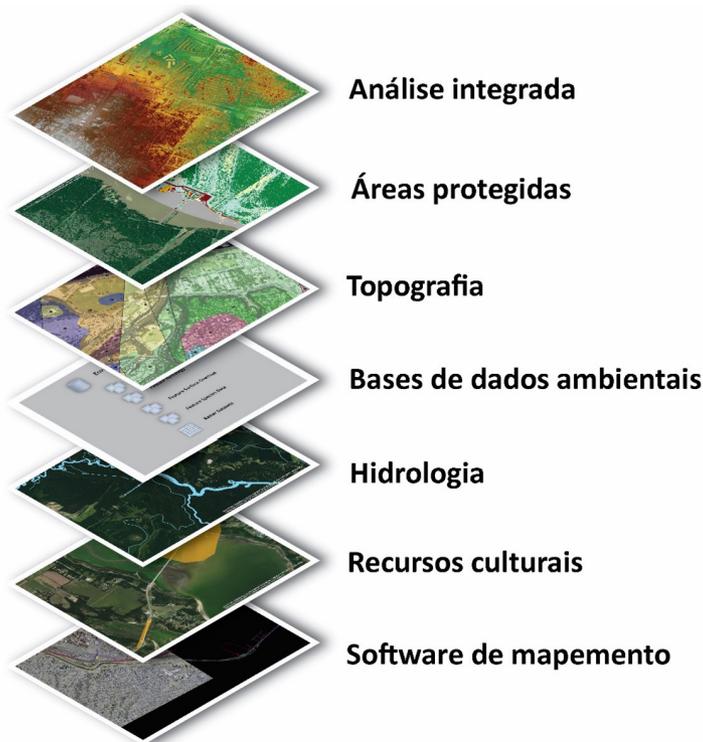


Figura 18. Ilustração representando o processo de seleção de áreas através de Sistema de Informações Geográficas.

O planejamento e o mapeamento da expansão da atividade facilitam o processo de licenciamento pelos órgãos ambientais, permitem mais segurança jurídica aos órgãos de financiamento e de fomento, além de reduzir o conflito com outros usos/usuários da terra.

No entanto, o mapeamento das áreas propícias, por mais lógico que pareça ser, não é a forma mais comum de planejamento da expansão da atividade na maioria dos países. As decisões com relação à escolha das áreas e implantação das fazendas são deixadas a cargo dos próprios empreendedores, que, não raro, obedecem apenas a lógica de mercado.

Com isso, regiões de grande fragilidade socioambiental são frequentemente alvo de intensa pressão, gerando os conflitos entre diferentes usuários, fato fartamente relatado mundo a fora. Além disso, a falta de um estudo prévio impede o que a expansão da atividade ocorra de forma ordenada e sustentável ambiental e economicamente, refletindo nas características aglomerações de empreendimentos em uma mesma região, com reflexos inclusive nas questões sanitárias.

O ordenamento da atividade através do estabelecimento de áreas propícias deve ser resultado de uma política pública para o setor, que pode ser mais facilmente implantada em regiões onde a carcinicultura ainda é incipiente.

2.4 Referências bibliográficas

- 1 BELTRAME, E.; BONETTI, C.; BONETTI, J. Pre-selection of areas for shrimp culture in a subtropical Brazilian lagoon based on multicriteria hydrological evaluation. **Journal of Coastal Research**, n. 39, p. 1838 - 1842, 2006. ISSN 0749-0208.
- 2 BLACK, B.; HASHIMZADE, N.; MYLES, G. **A dictionary of economics** 3rd Oxford: Oxford University Press, 2009. 505p. ISBN 9780199237043.
- 3 BELTRAME, E. **Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias**. 2003. 197p. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 4 BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.
- 5 BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2002. 370p. ISBN 85-88216-16-7.
- 6 FAST, A. W. Pond harvesting techniques. In: FAST, A. W. e LESTER, L. J. (Ed.). **Marine Shrimp Culture: Principles and Practices**. New York: Elsevier Science B.V. , v.23, 1992. cap. 19, p.399-414. ISBN 0-444-88606-0.
- 7 ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte I**. Panorama da aquicultura Vol. 12, nº72: Pp 35-48 p. 2002.
- 8 COCHE, A. G. Soil and freshwater fish culture. In: FAO (Ed.). **Simple Methods for Aquaculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, v.6, 1985. p.174. (FAO Training Series). ISBN 92-5-101355-1.

- 9 NUNES, A. J. P. et al. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Labomar/UFC. Fortaleza, p.109. 2005
- 10 BOYD, C. E.; WOOD, C. W.; THUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Oregon: Aquaculture Collaborative Research Support Program: 45 p. 2002.
- 11 GROHMANN, F. Superfície específica do solo de unidades de mapeamento do Estado de São Paulo **Boletim científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo**, v. 31, n. 13, p. 145-165, 1972.
- 12 BOYD, C. E.; QUEIROZ, J.; WOOD, C. W. Pond soil characteristics and dynamics of soil organic matter and nutrients. **Global Research**, v. 21, n. 2, p. 156-8, 2011.
- 13 AVNIMELECH, Y.; RITVO, G. Shrimp and fish pond soils : processes and management. **Aquaculture**, v. 220, n. 1-4, p. 549-567, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- 14 COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management: an introduction**. Clarendon Press, 1974. ISBN 9780198740209.
- 15 PÉREZ, O. M.; TELFER, T. C.; ROSS, L. G. Use of GIS-based models for integrating and developing marine fish cages within the tourism industry in Tenerife (Canary Islands). **Coastal Management**, v. 31, n. 4, p. 355-366, 2003. ISSN 0892-0753 1521-0421.
- 16 GIAP, D. H.; YI, Y.; YAKUPITIYAGE, A. GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam. **Ocean & Coastal Management**, v. 48, n. 1, p. 51-63, 2005. ISSN 09645691.
- 17 FREITAS, R. R.; TAGLIANI, P. R. A.; POERSCH, L. H. D. S. Geoprocessamento aplicado na carcinicultura marinha em São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 15, n. 2, p. 209-222, 2015. ISSN 16468872.

Construção das estruturas físicas de uma fazenda de cultivo de camarões

Ubiratã Assis Teixeira da Silva

3.1 Projeto de engenharia

Sem considerar o custo da terra, cada hectare de viveiros de uma fazenda de cultivo de camarões custará entre US\$ 10.000,00 e 20.000,00 ^{22; 23} para ser implantado, dependendo da sua localização, da topografia local, das vias de acesso, das restrições legais, dentre outros fatores.

Depois de escolhida e adquirida a área, a instalação de uma fazenda de cultivos de camarões deve obrigatoriamente começar pela elaboração do projeto de engenharia. É através dele que serão tomadas decisões sobre aspectos que irão direcionar toda a obra, como:

- Arquitetura do empreendimento;
- Fundações;
- Estruturas (concreto, metálica, alvenaria estrutural);
- Instalações (hidráulicas, elétricas, etc.);
- Automação;
- Drenagem;
- Terraplanagem;
- Pavimentação;
- Análise térmica/energética;
- Impermeabilização;
- Segurança ambiental;
- Vias de acesso.

É no projeto de construção também que se especificam objetivos, prazos e custos, enfim, todo o planejamento da obra. Por esse motivo, o projeto de engenharia precisa ser feito por profissionais habilitados e com experiência na área de construção de viveiros.

O projeto de engenharia pode ser considerado o “guia de execução de uma obra”. Ele é importante para que as necessidades do cliente sejam entendidas e transformadas na melhor solução arquitetônica possível, o que inclui não só a estética ou design, mas também fatores que serão essenciais para a durabilidade, a funcionalidade, as condições de acesso e de operação de cada estrutura da fazenda.

O projeto prevê e direciona como, quando e por quem as operações serão realizadas. Com o estudo do projeto de construção da obra, as previsões se tornam mais precisas, o processo e os custos podem ser

otimizados, o que permitirá uma redução de desperdícios, requisitos indispensáveis para um empreendimento certificado pela PI. Na fase de projeto, podem e devem ser estudadas soluções para a melhor eficiência das edificações, projetando, por exemplo, de que forma será possível economizar energia, otimizar e reutilizar a água (tanto salgada quanto doce), gerando economia na operação da fazenda. A partir do projeto de engenharia será possível ainda:

- Evitar surpresas durante a execução;
- Desenvolver diferenciais competitivos;
- Antecipar situações desfavoráveis;
- Agilizar as decisões;
- Aumentar o controle gerencial.

3.2 Terraplanagem

Para elaboração do projeto, será necessário fazer antes um rigoroso estudo planialtimétrico, para determinar com mais exatidão a topografia do terreno e possibilitar a alocação das estruturas que serão construídas. O levantamento topográfico tem por objetivo medir as distâncias, estipular as diferenças de altura, a inclinação do terreno, o nivelamento, as diferenças de nível e as divisas do terreno. Se para qualquer empreendimento, o estudo planialtimétrico é importante, para a carcinicultura é fundamental.

Ao se contratar um topógrafo é importante verificar seu registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), avaliar seu currículo, além de procurar obter referências sobre a qualidade do serviço que ele realizou em outros empreendimentos de aquíicultura. No orçamento, além do prazo de execução e as formas de pagamento, devem estar descritos o método e os equipamentos que serão utilizados ²⁴.

O teodolito, embora já desatualizado, é um aparelho que pode ser utilizado para esse serviço. Mas, atualmente existem alternativas mais modernas para isso, como a estação total, que fornece informações sobre distâncias e ângulos com mais precisão e rapidez. Ferramentas de geoprocessamento por imagens de satélite também podem aumentar a precisão desse trabalho.

É razoável realizar um estudo prévio antes e depois da limpeza do terreno para remoção dos obstáculos. Também, dependendo do caso, pode ser importante a contratação de um engenheiro habilitado, com conhecimentos específicos em fazendas de cultivo de camarões, para acompanhar o trabalho de topografia. O ideal é que sejam realizadas curvas de nível a cada 20 cm, para identificar as cotas do terreno e permitir a distribuição de cada estrutura específica de cultivo ¹¹.

O estudo topográfico deverá ainda definir a melhor posição para a instalação do sistema de captação de água, que deverá corresponder à menor diferença manométrica entre a fonte de água e o canal de abastecimento dos viveiros, garantindo o menor gasto energético para elevar a água. Com o estudo também é definida cota do fundo de cada uma das estruturas hidráulicas subsequentes, para garantir, sempre que possível, o escoamento da água por gravidade tanto da água do canal de abastecimento quanto dos efluentes.

Com este estudo, um mapa de planialtimetria será criado, permitindo o cálculo do balanço entre o volume de solo retirado de um local e depositado em outro (conhecido tecnicamente como corte e aterro). O objetivo, neste caso, é economizar nos serviços de terraplanagem e movimentação do solo, além de evitar erros na implantação das cotas das estruturas hidráulicas.

O projeto também deverá definir as áreas que serão mantidas inalteradas e as áreas onde as estruturas de cultivo e de apoio serão instaladas, ou seja, as áreas que deverão ser desmatadas, destocadas e aplainadas. Essa separação deverá levar em conta as restrições legais seguir estritamente o que estabelecer a licença de instalação. O projeto, por sua vez, deverá servir de base para a solicitação da licença prévia e, posteriormente, da licença de instalação (vide Volume 1).

3.3 O canal de adução

A localização da fonte de água que será utilizada para abastecer os viveiros deve ter sido objeto dos estudos preliminares, realizados antes mesmo da aquisição do terreno. Nesta fase, pressupõe-se que o local possua acesso a uma fonte de água salobra/salina para abastecer o cultivo em quantidade e qualidade adequadas.

No entanto, nem sempre a fazenda faz divisa com a fonte de água. Neste caso, pode ser necessária a construção de um pequeno canal artificial, para desviar parte da água do estuário até um ponto mais próximo da estação de bombeamento, o chamado “canal de adução” (Figura 19). A construção desta estrutura possivelmente exigirá a remoção de parte da vegetação ciliar, em uma região ambientalmente sensível, quase sempre classificada como Área de Proteção Permanente (APP).



Figura 19. Canal de adução escavado entre a fonte de água e a estação de bombeamento. Em muitos casos, esta é a única porção de Área de Proteção Permanente diretamente afetada pela instalação de uma fazenda.

De acordo com o novo **Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012** ²⁵, é possível negociar, durante o licenciamento, uma compensação pela eventual necessidade de supressão da vegetação do trecho a ser desmatado.

Para facilitar as relações com o órgão ambiental licenciador, o ideal é que este canal seja o mais curto e estreito possível, ou seja, que tenha as dimensões mínimas necessárias para o atendimento seguro das demandas hídricas da fazenda. Neste caso, o estudo planialtimétrico definirá o melhor posicionamento para a instalação da estação de bombeamento, conectando o canal de adução ao canal de abastecimento.

3.4 Estação de bombeamento (estação de elevação)

Fazendas de carcinicultura precisam de motobombas para elevar a água captada a partir da fonte, que será sempre ao nível do mar, até ao canal de abastecimento, geralmente o ponto mais alto da fazenda.

Estas motobombas devem ser adquiridas dentro de especificações técnicas adequadas e em número suficiente para o abastecimento e operação dos viveiros. Deverão ser abrigadas em construção de alvenaria, ficando protegida das intempéries e possibilitando a manutenção e operação segura dos sistemas de controle.

O ponto de captação deve estar pelo menos um metro abaixo do nível de maré mínima e ser protegido da entrada de galhos e material vegetal, através de telas de proteção (Figura 20).

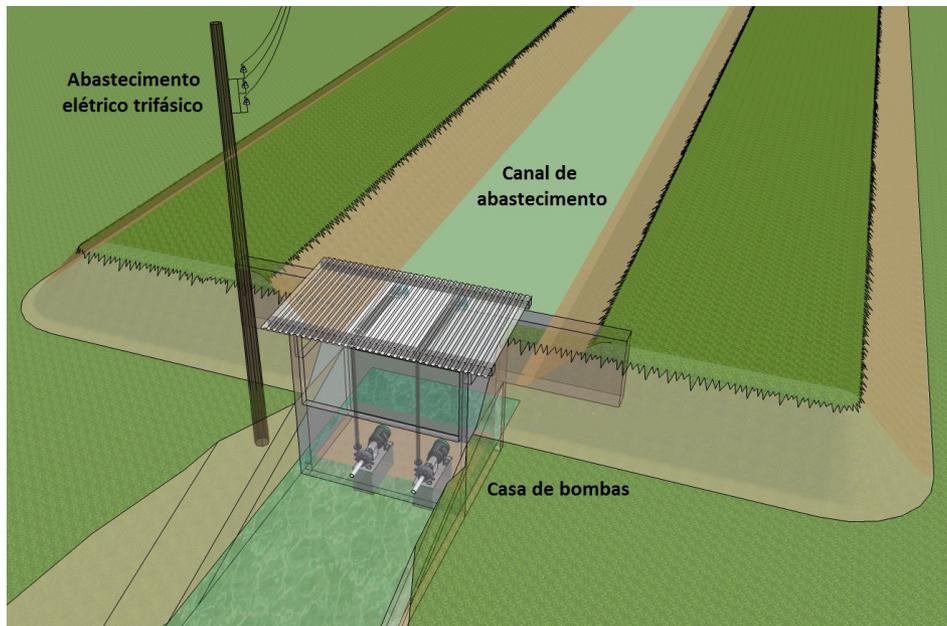


Figura 20. A estação de bombeamento eleva a água do nível de maré até o canal de abastecimento.

Também é necessário prever, desde a concepção do projeto de engenharia, a possibilidade de expansão da área cultivada, o que exigirá a construção de mais viveiros e aumentará a demanda por água captada. Por isso a estação de bombeamento tem que ser projetada para comportar futuras expansões no número ou na potência das bombas que serão utilizadas, de forma que essa expansão possa ser feita de forma mais econômica e funcional possível.

Exemplo: dimensionamento da capacidade de captação de água

Consideremos uma fazenda de 10 hectares de lâmina d'água e profundidade média de 1,2 m. Para repor 20% de volume total, a estação de bombeamento deve ser projetada para bombear cerca de 2.400 metros cúbicos.

No entanto, como a qualidade e a disponibilidade de água podem ter relação com os movimentos de marés, pode ser recomendável que este volume de água seja projetado para ser captado em um período entre 8 e 12 horas a cada dia.

Considerando um valor médio, ou seja, 10 horas de bombeamento, o sistema deveria ser capaz de prover uma vazão de 240 metros cúbicos por hora (66,67 litros por segundo).

É também clássico o ditado, muito difundido entre os carcinicultores, que diz: “quem tem uma bomba, não tem nenhuma”. Para cada bomba demandada, deve-se considerar a aquisição de outra, para ficar como reserva. E, para evitar o engripamento de uma bomba, justamente devido ao tempo em que ela fica sem uso, também se recomenda que as bombas sejam instaladas em paralelo e acionadas de maneira alternada.

As bombas podem ser acionadas por energia elétrica ou através de motores a explosão. Apesar de que, historicamente, o custo da energia elétrica, principalmente em zonas rurais, tem sido menor que o custo pelo uso de combustíveis fósseis, parece não existir uma vantagem clara entre um sistema e o outro em termos de custo de acionamento ou de longevidade. Assim, a adoção deve levar em conta a facilidade na aquisição, a estabilidade do sistema de fornecimento de energia na região e os custos operacionais associados.

Além disso, é sempre preferível contar com diferentes opções quanto ao acionamento das bombas, principalmente em locais de difícil acesso ou que estejam sujeitos a interrupções frequentes e demoradas no fornecimento de energia elétrica.

Nos casos em que a altura manométrica que separa o canal de coleta da água e o canal de abastecimento dos viveiros for muito grande, pode haver uma redução sig-

nificativa nas vazões nominais das bombas, que não poderão ser compensadas com aumento da potência do equipamento ²⁶. Nestes casos, pode ser necessário projetar um sistema de barragens, onde subestações de bombeamento elevem sequencialmente a água para pequenos trechos de canal, cada um ligeiramente mais elevado que o antecessor, até atingir o canal de abastecimento.

Em termos de segurança no trabalho, é importante frisar que a estação de bombeamento é um local de alto risco laboral, sendo imprescindível que seja construída dentro de rigorosas normas de segurança. O pessoal envolvido com a sua operação deve ser devidamente capacitado e treinado, devendo também sempre utilizar todos os equipamentos de proteção individual recomendados.

Uma alternativa à construção de uma estação de bombeamento tradicional é a utilização de eletrobombas flutuantes, instaladas diretamente no próprio canal de captação de água. Este equipamento é ideal para as fazendas que contam com o fornecimento de energia elétrica estável, pouco sujeito a quedas, podendo representar uma grande economia nos investimentos para instalação do sistema de captação de água.

3.5 O canal de abastecimento

Uma das estruturas mais importantes de uma fazenda de cultivo de camarões é o canal de abastecimento. Localizado na parte mais elevada do empreendimento, este canal é a estrutura responsável pela distribuição da água para todos os viveiros e, idealmente, deve utilizar apenas a gravidade para isso. O estudo planialtimétrico deverá estabelecer a localização mais adequada para este canal de abastecimento, que por sua vez, definirá o eixo principal da fazenda, a partir do qual os viveiros serão construídos.

É importante que a forma e a disposição dos viveiros sejam projetadas para otimizar a ocupação do terreno, mas sem prejudicar a hidrodinâmica e o fluxo da água e sempre tendo em mente as operações de manejo e de despesca.

O canal de abastecimento tem diversas funções além de “apenas” distribuir água pela fazenda. Uma delas é a decantação do material particulado em suspensão, que é bombeado juntamente com a água captada. Por esta razão, o canal pode ser mais profundo que a entrada dos viveiros, diminuindo a dinâmica hidrológica e criando condições para que esse material se deposite ao longo do próprio canal de abastecimento, evitando assim que esse material particulado chegue até os viveiros.

Em algumas fazendas, após a entrada no canal de abastecimento, a água coletada é forçada através de estruturas semelhantes a chicanas do tipo labirinto (Figura 21) para aumentar a eficiência da decantação. Com a redução da velocidade da água, o material particulado, mais denso, acaba se acumulando nas curvas da estrutura.

Em ambientes com muito material em suspensão pode ser necessária a dragagem periódica do canal para remover o excesso de material decantado, de forma que não haja um assoreamento do canal de abastecimento. Por isso, as vias de acesso ao maquinário usado para a manutenção do canal deverão estar previstas no projeto de engenharia.

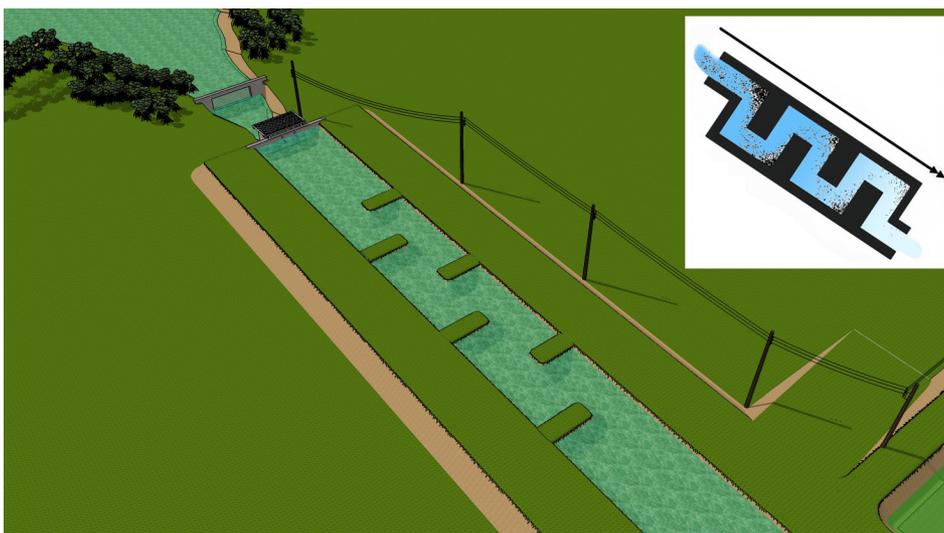


Figura 21. Representação esquemática do labirinto utilizado para redução da quantidade de material particulado em suspensão no canal de abastecimento de água da fazenda.

Outra função importante do canal de abastecimento é o armazenamento de água. Como é sempre possível (e até provável) que o sistema de abastecimento sofra, em algum momento do ciclo de produção, interrupções causadas pela necessidade de manutenção, pela ocorrência de fenômenos ambientais, ou mesmo por episódios pontuais de poluição, que podem impedir a captação de água, é recomendável que o canal seja construído de maneira a permitir o armazenamento de 10 a 20% do volume total de água empregado na fazenda.

Apenas para efeito de visualização, se utilizarmos o exemplo de uma fazenda com 10 viveiros de 1 ha cada, 20 % significaria um canal de 25 metros de largura, 480 metros de comprimento, com 2 metros de capacidade nominal, ou seja, o volume de dois viveiros, somente para reserva de água. São volumes bastante altos e a maioria das fazendas trabalha com reservas menores.

Porém, de maneira nenhuma isso significa que trocas de água em volumes desta magnitude devam ser realizadas rotineiramente. Este é um valor de referência, um recurso do qual se pode lançar mão nos picos de utilização de água, ou seja, durante o enchimento dos viveiros ou em casos emergenciais.

3.6 Pré-berçários

Muitas fazendas atualmente empregam um processo chamado “cultivo bifásico” em que as pós-larvas recém-adquiridas dos laboratórios são recepcionadas e cultivadas provisoriamente em sistemas de tanques conhecidos como pré-berçários. Existem várias vantagens no sistema que utiliza tanques pré-berçário.

Com o uso dos pré-berçários podemos melhorar a sobrevivência nos períodos iniciais de vida do camarão na fazenda. É possível também facilitar a aclimação na

transferência para os viveiros de engorda. Outra vantagem é antecipar a chegada da larva mesmo que a temperatura da água ainda não esteja adequada, o que é muito importante nas regiões do sul do Brasil. É possível ainda economizar no preço das PL's, que podem ser adquiridas em um estágio de vida mais imaturo e cultivadas até atinjam maturidade fisiológica e peso mais adequadas para enfrentar o viveiro.

Os tanques de pré-berçário geralmente apresentam volume útil entre 20 e 80 m³. São geralmente construídos na forma de conjuntos e não tanques isolados, de tal maneira que podem ainda ser instalados no interior de estufas, onde estarão mais protegidos das intempéries.

A maioria dos sistemas de tanques de pré-berçário é posicionada em áreas próximas ao canal de abastecimento de água dos viveiros de engorda. É fundamental que estes tanques sejam dotados de um sistema independente de aeração e renovação água, preferencialmente ligado a um gerador de energia, para garantir a sobrevivências das pós-larvas em caso de falha no sistema elétrico.

3.6.1 Tipos de tanques

Nas décadas de 80-90, os tanques pré-berçário eram construídos em concreto armado e utilizavam o solo como parte da estrutura (Figura 22).

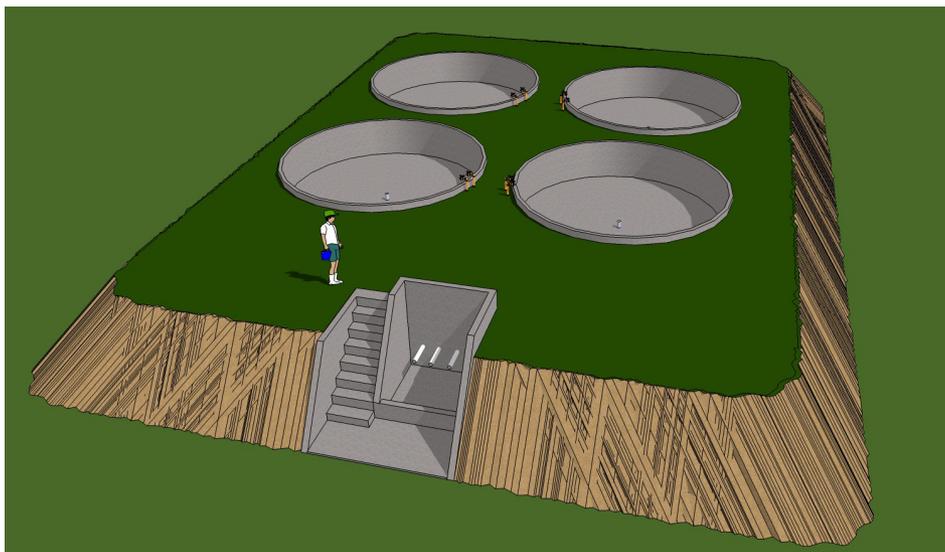


Figura 22. Pré-berçários em concreto armado, típicos da década de 90.

Mais recentemente, os tanques passaram a ser instalados acima do nível do solo e sustentados por diferentes estruturas. A coleta dos juvenis, neste caso, é feita através de uma piscina de despesca, construída abaixo do nível da água, para onde drenam vários tanques.

Atualmente existem diversos fabricantes nacionais de tanques em manta de Polietileno de Alta densidade (PEAD) ou PVC sobre uma estrutura desmontável, que permite que sejam realocados de tempos em tempos.

As paredes do tanque não precisam ser muito altas, sendo geralmente suficiente que tenham um metro de altura. Profundidades menores podem ter efeito deletério sobre os camarões devido extremos climáticos, devendo ser restritas para tanques protegidos por estufas ou assemelhados. Seja qual for a estrutura escolhida, é fundamental que se evite, no momento da montagem, o surgimento de dobras da lona no fundo, onde se acumulará o sedimento em decomposição.

Os tanques redondos são o tipo mais simples²⁷. O formato favorece o fluxo de água e a remoção do lodo do fundo (Figura 23). Os tanques cilíndrico-cônicos, no entanto, têm a pior ocupação de área útil de todos os formatos²⁸.

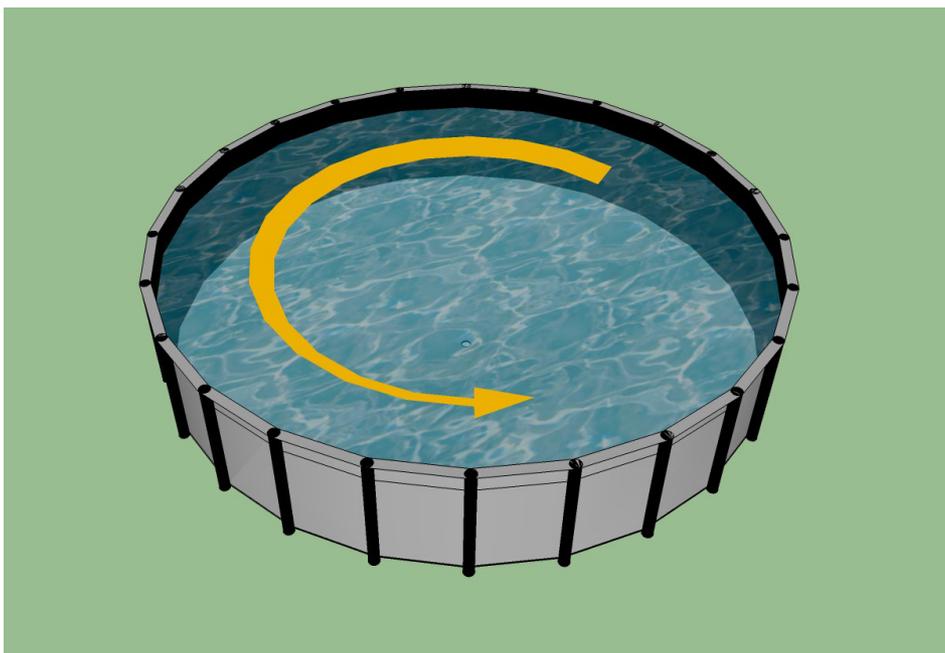


Figura 23. Existem vários fabricantes de tanques de estrutura montável que utilizam material resistente a corrosão. O formato redondo favorece o fluxo de água e a remoção do lodo do fundo.

Preferencialmente, o fundo deve ser ligeiramente côncavo, com o dreno principal situado no centro, para facilitar a concentração do sedimento próximo de sua saída. Aproveitando que o formato favorece o fluxo circular da água, se isso for possível, é uma boa ideia instalar uma pequena depressão (*sludge trap*) próxima ao dreno, para imobilizar o material que posteriormente será drenado. Além disso, é fundamental que a remoção do lodo seja realizada dentro da frequência planejada, já que a movimentação de uma quantidade acumulada muito grande é perigosa para o cultivo^{29; 30}.

Um tipo mais eficiente em relação à circulação de água são os chamados “raceways”³¹. Este tipo de tanque alia algumas das melhores vantagens dos demais formatos. Como são relativamente estreitos e longos, podem ser facilmente instalados no interior de estufas.

Possuem um fluxo hidrodinâmico característico, onde o sedimento tende a se acumular na saída da curva das extremidades, onde a velocidade da massa de água é menor, devido ao atrito com as paredes. Por esta razão, este é o ponto ideal para instalação do dreno. É também o local mais aconselhável para construção de um *sludge trap*.

As características dos raceways permitem que sejam construídos sem grandes reforços em estrutura. Além do uso de blocos de cimento, onde existe esta disponibilidade, tem se tornado popular a estrutura feita em madeira, com cobertura em manta de PEAD (Figura 24).

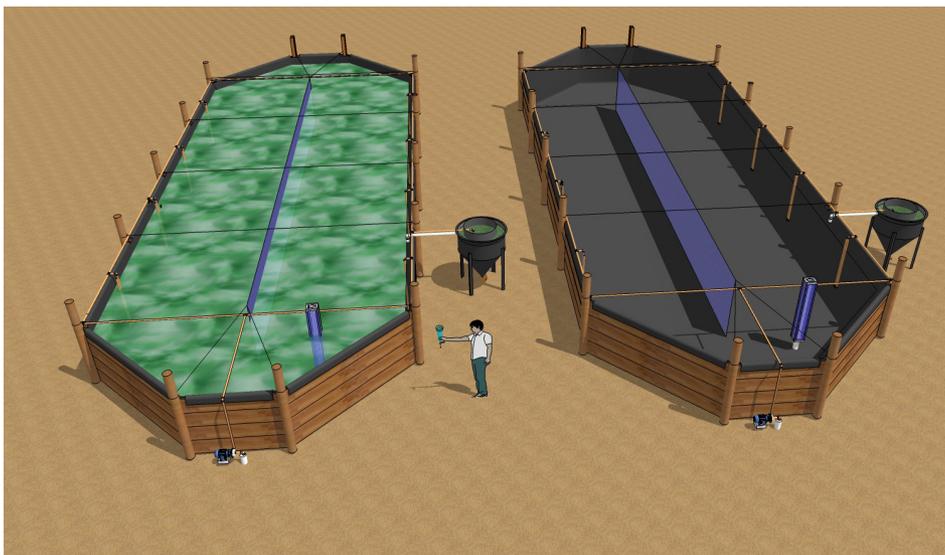


Figura 24. Um modelo simples de tanque no formato de raceway com estrutura de madeira. Seu formato favorece a instalação de coberturas.

A estrutura pode ser montada rapidamente, sobre o solo nivelado. A divisão central pode ser feita apenas com uma lona, já que as duas massas de água que se movimentam em direções contrárias possuem a mesma pressão. A água pode ser movimentada através da instalação de aeradores, de pá ou turbina ou, até mesmo, bombeamento simples.

3.6.2 Cobertura

Tanques pré-berçário são bem menores que outras estruturas de cultivo tradicional e, apesar do seu maior custo relativo ao volume que comporta, isso permite que sejam instalados no interior de edificações ou estruturas temporárias (Figura 25). As chuvas, as mudanças bruscas de temperatura, poeira e contaminantes trazidos pelo vento são alguns dos elementos que podem ter grande influência sobre o ambiente interno dos tanques. Se os cultivos puderem ser realizados no interior de estufas, o controle sobre as variáveis ambientais será otimizado e os resultados provavelmente serão melhores.

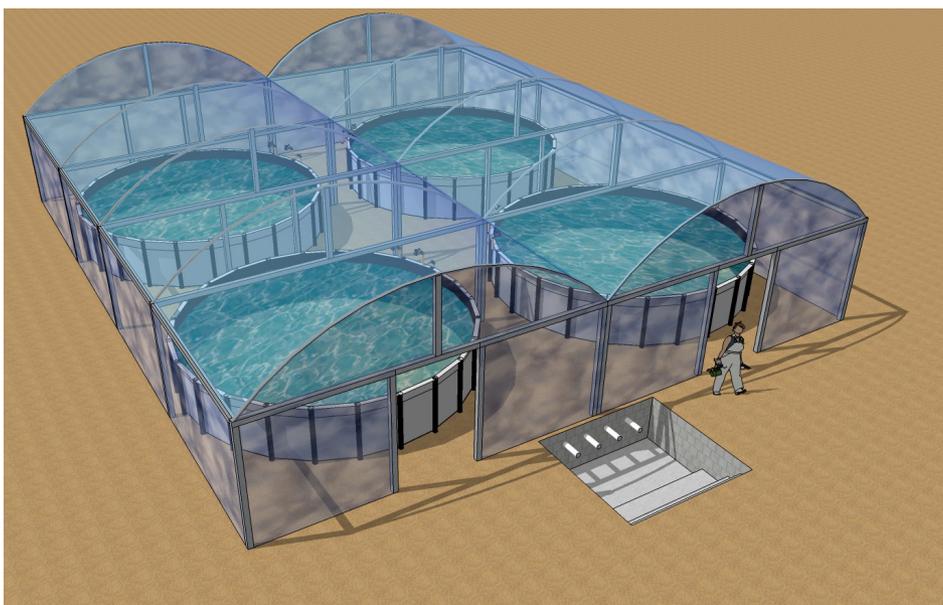


Figura 25. Sistema de pré-berçários instalados no interior de estufas agrícolas.

3.7 Viveiros

Viveiros são estruturas de contenção de água para fins de cultivo, cujas paredes e o fundo são construídos através da movimentação do solo. Os viveiros constituem as principais estruturas de uma fazenda de cultivo de camarões. Por esta razão, toda atenção deve ser dada à sua concepção, construção e manutenção.

Idealmente, os viveiros devem ter tamanhos e formatos padronizados para cada etapa de cultivo, pois isso facilita os cálculos e o planejamento dos procedimentos de manejo, entre outras vantagens. Mas, como será discutido a seguir, isso é mais facilmente dito do que realizado.

3.7.1 Formatos de viveiro

Em termos geométricos, o quadrado é a figura com a melhor relação entre área e seu perímetro. Isso é particularmente importante porque, no caso do viveiro, este perímetro tem relação direta com o volume de terra a ser mobilizado para construção dos diques. Quanto menor for a necessidade de movimentação de terra para a construção do viveiro, mais econômica será a sua construção.

Viveiros quadrados fazem mais sentido em regimes superintensivos de cultivo e geralmente pressupõem o uso de uma distribuição radial de aeradores e a instalação de um sistema central de drenagem, aproveitando a tendência de sedimento orgânico de se acumular na região central. Já os cultivos em regimes menos intensos são mais bem conduzidos em viveiros de formato retangular.

Existe uma recomendação de que os viveiros retangulares mantenham uma relação próxima de 1,5:1 entre o seu comprimento e a sua largura. Trata-se de um formato prático porque favorece o fluxo de água e o manejo ³².

Se possível, os viveiros devem ser construídos longitudinalmente em relação ao eixo principal de ação dos ventos predominantes, pois isso auxilia na oxigenação da água, ou seja, um benefício gratuito, perene e sem custo, além de reduzir a erosão causada pelas ondas formadas pelo vento.

Em um modelo mais antigo de carcinicultura, o que realmente acabava definindo o formato dos viveiros era a topografia do terreno. Não raro, a estratégia traçada era principalmente ocupar o máximo possível do terreno a partir do estudo planialtimétrico realizado. A área inundada era tida como o item mais importante, já que grande parte do alimento consumido pelos camarões era obtida naturalmente e a densidade de povoamento era baixa, o que exigia áreas cultivadas maiores. Por isso, é bastante comum encontrar fazendas mais antigas com layouts assimétricos.

Porém, viveiros com formatos irregulares tendem a apresentar problemas de drenagem, regiões mais rasas e pontos de estagnação de água, o que dificulta o manejo e a despesca. Atualmente, com o avanço das técnicas de manejo e a intensificação dos regimes de cultivo, o fluxo hidrodinâmico dos viveiros é priorizado em detrimento da simples ocupação da área, sendo mais comum que as fazendas apresentem um desenho com maior simetria e linearidade ¹³.

3.7.2 Tamanho dos viveiros

Não existe uma regra geral para definição do tamanho dos viveiros a serem construídos mas existe uma tendência. No início da carcinicultura mundial, quando o regime predominantemente praticado era o extensivo, a construção de viveiros imensos, com até 100 ha, era comum. Eram geralmente abastecidos pela ação da maré e baseados em alimentação natural. Com o tempo, passou-se a optar por viveiros menores.

Na prática, a decisão sobre o tamanho dos viveiros deve ser tomada com base na área disponível na propriedade, na sua topografia e de acordo com a estratégia a ser adotada durante o processo produtivo, ou seja, uma decisão que deve ser tomada em conjunto por engenheiros e técnicos da área de produção.

Viveiros maiores possuem custos de instalação e de operação proporcionalmente menores. No entanto, eles são mais difíceis de serem manejados e costumam atingir menores índices de produtividade. Viveiros pequenos são proporcionalmente mais caros que viveiros grandes. Apesar de possuírem menor área de cultivo, exigem as mesmas estruturas presentes em grandes viveiros. Exigem, também, uma rotina de manejo mais intensa, envolvendo proporcionalmente mais gastos com mão de obra, que viveiros grandes.

Por outro lado, viveiros pequenos permitem melhor controle das variáveis ambientais e um manejo mais técnico. Fazendas modernas tendem a optar pelo uso de técnicas de manejo mais intensivas. Elas dependem do uso mais frequente de aeradores e exigem maior controle das variáveis ambientais. Por essas razões, grandes viveiros vêm caindo em desuso.

É também comum que em uma mesma fazenda sejam projetados viveiros de tamanhos diferentes, não tanto em função da topografia, mas principalmente para que possibilitar um controle mais efetivo sobre as diferentes fases de cultivo.

Além dos pré-berçários, as pós-larvas recém chegadas dos laboratórios podem ser estocadas em viveiros-berçários, que tipicamente possuem entre 0,5 e 1 ha. Nesses viveiros, o controle das condições ambientais e de manejo é intermediário entre os pré-berçários e o povoamento direto. Os animais permanecem nesses viveiros em altas densidades (100-200 camarões/m²) até que atinjam tamanho suficiente para serem transferidos com segurança para viveiros de engorda. Nesses casos, diz-se que o sistema de cultivo é bifásico, existindo uma fase de cultivo realizada em berçários, antes dos animais serem transferidos para viveiros de engorda.

Assim, o tamanho dos viveiros vai depender da intensidade do regime de produção e deve ser planejado caso a caso. Atualmente, no Brasil, é mais comum encontrar viveiros de engorda com 1 a 10 ha, manejados em regime semi-intensivo, com bombeamento de água e arraçoamento.

É importante notar que as melhores práticas de manejo preconizadas pela PI funcionam melhor em viveiros de tamanho mediano, por que conjugam a otimização dos recursos financeiros, ambientais e laborais.

3.7.3 Profundidade dos viveiros

Viveiros são estruturas de cultivo que, em boa parte, dependem da luminosidade natural. Quanto mais profundo for o viveiro, maior será a camada afótica (sem luz). Camarões, por sua vez, são organismos que vivem no fundo, não aproveitando a coluna d'água como os peixes, por exemplo. Por isso, quanto mais profundo for um viveiro, mais terra terá que ser movimentada, encarecendo desnecessariamente a obra.

Além disso, quanto mais profundos forem os viveiros, maior será a probabilidade de formação das chamadas "termoclinas". A exposição ao Sol aquece mais a camada superficial do viveiro, enquanto o fundo permanece com uma menor temperatura, e isso cria duas camadas com temperaturas diferentes na coluna d'água do viveiro (vide seção 4.1). A camada superficial acaba ficando mais rica em oxigênio dissolvido, enquanto o fundo, onde habitam os camarões, mantém-se mais fria e menos oxigenada.

Por outro lado, viveiros muito rasos também não são recomendáveis porque a luminosidade pode atingir o fundo, estimulando o crescimento exagerado de macrófitas, que causarão uma série de problemas durante as diversas fases de cultivo. A luminosidade mais intensa também pode aumentar o estresse dos camarões. Quanto mais rasos forem os viveiros, mais a temperatura da água estará sujeita às variações ambientais.

Assim, viveiros de cultivo de camarões geralmente apresentam profundidade variando entre 1 a 2,5 m. Viveiros considerados mais adequados, técnica e economicamente, têm em torno de 1 m de coluna d'água próximo à entrada da água, e entre 1,5 a 1,8 m, próximo à estrutura de drenagem.

3.7.4 Declividade do fundo do viveiro

O viveiro deve ser uma estrutura hidrodinâmica, isto é, deve ser construído de maneira a permitir o fluxo de água com o menor atrito possível nas laterais e no fundo,

para evitar erosão, e sem produzir turbulências que possam revolver o material depositado no fundo durante um ciclo de produção.

Para isso, a declividade do fundo do viveiro deve ser adequada em seu plano mais longitudinal, dirigida ao ponto de drenagem, sem criar pontos cegos, de modo que a água possa escoar livremente, possibilitando a completa drenagem do viveiro ao final de um ciclo de produção.

A declividade ideal vai depender do tamanho do viveiro. Exemplificando, viveiros retangulares de 1 ha apresentarão declividade ideal em torno de 1%³³. Isso significa um centímetro a cada metro em direção as comportas de escoamento. Viveiros maiores deverão ter, necessariamente, declividades proporcionalmente menores ou, de outra forma, o desnível faria que sua porção mais baixa se tornasse demasiadamente profunda.

Mesmo assim, não se recomenda declividades menores que 0,1% porque, durante as despesca, pequenas irregularidades tendem a formar poças em pontos mais baixos, com a retenção de grandes quantidades de camarão. Trabalhadores precisarão então entrar no viveiro após a despesca e coletar manualmente os camarões retidos na lama. Esse processo implica em grandes perdas no número e na qualidade dos camarões despescados dessa forma, além de prejudicar o meio ambiente ao gerar efluentes mais carregados de matéria orgânica.

Dessa forma, viveiros bem construídos, com declividade correta, terão boa capacidade de drenagem, produzirão efluentes relativamente menos carregados de sedimentos, nutrientes e de matéria orgânica durante as despesca, gerando volumes de lodo ainda menores a cada despesca.

3.7.5 Diques de contenção de água

Assim como os viveiros podem ser vistos como as principais estruturas da fazenda, os diques são as principais estruturas presentes nos viveiros. Viveiros podem ser semi-escavados, em que a maior parte do dique é formada pelo solo retirado do próprio local ou podem ser elevados em relação ao terreno, em que a maior parte do solo para a construção dos diques precisa ser importada de outra área. Dependendo da distância da área de empréstimo até o local onde os viveiros serão construídos, o custo com a movimentação de terra pode ser substancial.

Diques são caracterizados por três elementos: talude interno, núcleo e talude externo. A altura do dique é determinada pela altura do núcleo que, por sua vez, determina a profundidade do viveiro. Já a largura do dique é determinada tanto pela largura da base dos taludes quanto pela largura do núcleo.

Os outros dois elementos importantes do dique são a borda livre do talude e a crista. A borda livre é a porção emersa do talude e é determinada pelo nível da água do viveiro (Figura 26). O vento empurra a água formando ondas, que serão maiores quanto mais extenso for o viveiro. Por esta razão, nunca é recomendado que o viveiro seja operado na sua altura máxima, para evitar transbordamento, danos ao dique e o escape de camarões. A crista é a porção superior do núcleo. Sua largura depende da largura do núcleo.

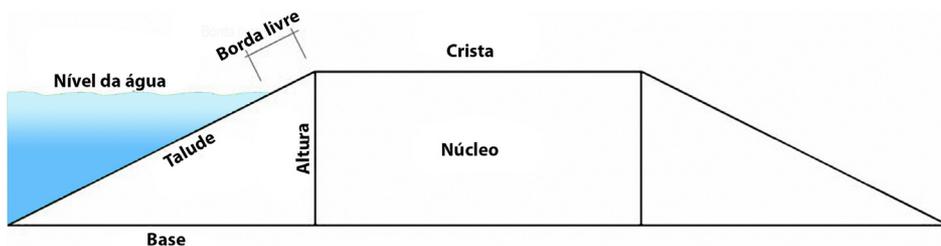


Figura 26. Estrutura típica de um dique.

Em suma, viveiros maiores ou mais profundos exigirão diques mais altos e com base mais larga. As relações entre a altura e a base são usadas para compensar a pressão hidrostática e as ondas produzidas pelos ventos, determinando a estabilidade do dique em longo prazo.

Como explicado anteriormente (vide 1.2.10), as características do solo do viveiro terão reflexo direto na capacidade de retenção da água e na estabilidade do dique. Durante o processo de escolha da área para implantação da fazenda, uma avaliação simples das características desse solo, utilizando as técnicas de manipulação já descritas, pode ser suficiente. No entanto, durante a fase de planejamento das obras é fundamental a realização de um estudo mais aprofundado das características desse solo. Esse estudo deve ser realizado em laboratório especializado e deve ser utilizado para que se possa definir, com mais precisão, o perfil necessário dos diques de contenção.

3.7.5.1 Diques construídos com solo adequado

Solos mais adequados para a construção de diques apresentam uma proporção entre areia, silte e argila próxima de 5:3:2. Este tipo de solo apresenta uma excelente plasticidade e coesão entre suas partículas, o que confere boa estabilidade e taxa adequada de retenção de água no viveiro. Solos com estas características permitem a construção de diques mais estreitos, com relação em torno de 1,5:1 ou seja, 1,5 metros de largura da base do talude para um metro de altura do núcleo.

Qualquer que seja o caso, antes do início da movimentação de terra, deve-se promover a “decapagem”, ou seja, a remoção da camada mais superficial de solo, de cerca de 20 a 30 cm, juntamente com toda matéria vegetal que caracteriza o horizonte “A”. Como essa camada é muito rica em matéria orgânica, ela não permite uma compactação eficiente. Porém, este material não deve ser descartado, pois, como será visto em seguida, poderá ser muito útil para a finalização da construção do dique. Este material deve ser armazenado em local próximo para uso subsequente.

Com o solo limpo, promove-se a escavação e construção dos taludes. Mesmo quando se utilizam solos com texturas adequadas, o material removido não pode ser simplesmente depositado nas laterais do viveiro. É fundamental que ele seja muito bem compactado, para reduzir os espaços e aumentar a adesão entre as partículas. Existem diversas técnicas e maquinários próprios para compactação do solo. A mais simples delas é a deposição do solo em camadas de vinte centímetros, intercaladas com compactação manual ou mecanizada.

Os taludes da parte interna do viveiro devem ser protegidos da erosão através do “enrocamento”, ou seja, aplicação de camadas de cascalho na região mais exposta às ondas formadas pelo vento³⁴. Na Austrália, também é comum recobrir a superfície interna dos taludes com geomantas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), procedimento que tem o mesmo objetivo do enrocamento.

A crista do dique é geralmente usada para atividades de manejo, deslocamentos e acesso aos outros viveiros da fazenda. Porém, se for previsto o acesso de pequenos veículos sobre a crista, recomenda-se que a sua largura seja de pelos menos 5 metros. Se existir a previsão de deslocamento de caminhões ou de maquinário pesado, a largura mínima recomendada deve subir para 7 metros¹¹.

É necessário também se prever o plantio de diferentes tipos de vegetação rasteira para aumentar a estabilidade dos taludes e evitar a sua erosão. É aqui que o solo superficial removido durante a decapagem vem a ser muito útil. Como é rico em matéria orgânica e restos de vegetais, camadas deste material podem ser depositadas sobre os taludes e a crista para acelerar o estabelecimento da vegetação. Entretanto, é fundamental que não se permita o crescimento de plantas de grande porte ou com raízes profundas, para que elas não danifiquem os diques e comprometam sua estabilidade.

Em suma, os diques precisam ser suficientemente largos para garantir a estabilidade da estrutura e permitir as atividades de manejo. Não vale a pena construir diques mais largos que o necessário para evitar a excessiva movimentação de terra e para liberar mais área para o cultivo em si^{32; 35}.

3.7.5.2 Diques construídos com solo de qualidade limítrofe

É comum que em regiões costeiras a textura do solo disponível apresente características pouco adequadas à construção de viveiros. Se o estudo apontar que o solo apresenta texturas mais arenosas, por exemplo, a tendência será de que os diques construídos com este material possuam menor estabilidade. Para compensar esta fragilidade, será preciso aumentar a relação entre a base e a altura, que poderá atingir 4:1 ou mais, até que se alcance um nível aceitável de estabilidade e de impermeabilização dos diques³². Mesmo assim, existem limites a serem observados. Taludes com inclinação muito suave perderão mais área de cultivo e apresentarão regiões muito rasas no seu entorno, pouco adequadas ao cultivo de camarões, e bastante sujeitas ao crescimento de macrófitas.

Existem técnicas que podem ser usadas para aumentar a estabilidade em longo prazo, de diques construídos com materiais pouco consolidados. O núcleo do dique pode ser reforçado com cascalho, pedras e até solo argiloso, de maior plasticidade e menor permeabilidade, importado de outras localidades. Existem projetos que preveem a estruturação do núcleo e dos taludes com sacos de areia e até mesmo pneus cobertos por camadas de solo. Os sacos podem receber areia pura ou misturada com 10% de cimento, técnica que é conhecida como solo-cimento ensacado³⁶.

Viveiros construídos em solos arenosos também apresentam menor capacidade de retenção de água³⁷. Durante a escolha das áreas, uma estimativa da VIB para o solo em questão já deveria ter sido feita e áreas inadequadas criteriosamente evitadas.

No entanto, se esta característica não for excessiva, ao longo de vários ciclos de produção, as taxas de infiltração do solo tendem a se reduzir. Quantidades significativas de matéria orgânica se depositam no fundo e se acumulam nos espaços intersticiais do sedimento. Com o passar do tempo, isso diminui a VIB e aumenta a capacidade de retenção de água do viveiro. Existem inclusive técnicas para acelerar este processo, que envolvem a adição de quantidades variáveis de matéria orgânica e ou a importação de solos com características menos permeáveis ¹².

No entanto, em alguns casos, a capacidade de retenção de água do solo é tão baixa que a única solução viável é a impermeabilização do viveiro com geomantas (Figura 27). Nesses casos, os viveiros são transformados em tanques e o solo deixa de ter qualquer efeito sobre a qualidade da água.

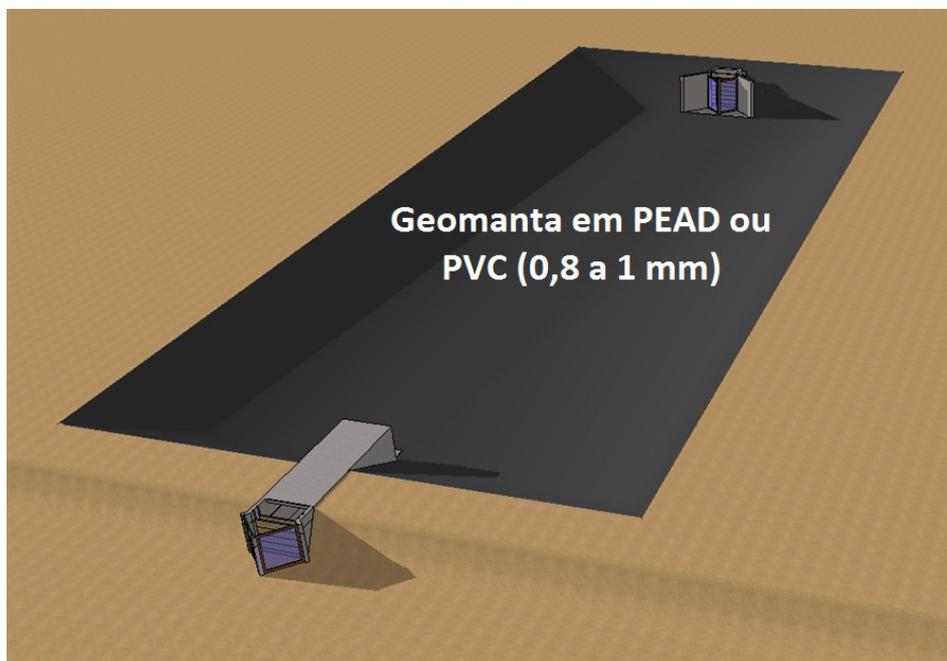


Figura 27. Viveiros escavados em solos muito permeáveis, desde que impermeabilizados com o uso de geomantas, também podem ser usados na carcinicultura.

Em função disso, as técnicas e as exigências de manejo serão drasticamente alteradas em relação ao que ocorreria em um viveiro tradicional e as próprias expectativas em relação aos cultivos devem se adequar a esta nova realidade.

Ao se impermeabilizar uma área relativamente grande de solo, interrompe-se o fluxo de fluídos e gases naquele trecho, promovendo consequências negativas. O acúmulo de metano e outros gases, provenientes do solo, pode criar grandes bolhas embaixo da manta, elevando fundo do tanque. Em casos mais críticos, é necessária a instalação de válvulas para aliviar a pressão. Para evitar este efeito, a instalação das mantas deve necessariamente ser precedida pela instalação de sistemas de drenagem de gases e líquidos (Figura 28).

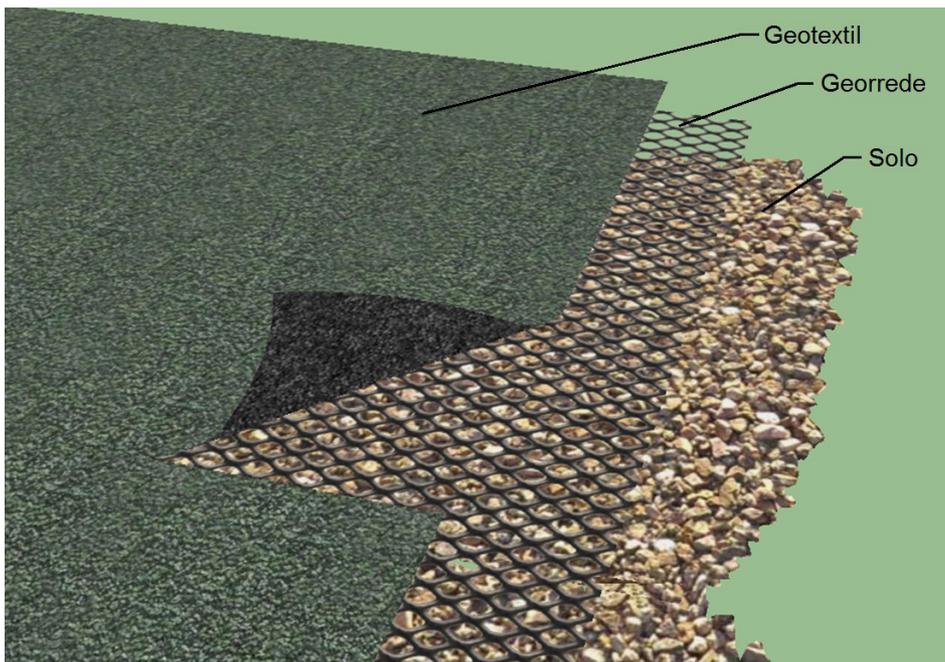


Figura 28. Sistemas de drenagem de gases e líquidos devem ser instalados no fundo do viveiro antes da instalação das geomembranas.

A necessidade da aplicação de técnicas radicais para contornar as deficiências do solo incorre sempre em aumento dos custos de implantação e sua adoção deve ser criteriosamente analisada em termos econômicos. Quanto menos adequado for o solo disponível, mais soluções técnicas caras e complexas precisarão ser aplicadas. Isso poderia ser evitado com a escolha, na fase anterior, de uma área com características mais favoráveis para a instalação da fazenda de carcinicultura.

3.7.6 Estruturas de controle de drenagem

Um dos aspectos de maior impacto nos custos de implantação dos viveiros é a construção das comportas de abastecimento e de drenagem. Existem vários tipos de estruturas que podem ser utilizadas para regular a entrada e a saída de água de um viveiro destinado à aquicultura. No entanto, dado o tamanho dos viveiros de cultivo de camarões (geralmente bem maiores que os viveiros usados na piscicultura) e às suas especificidades técnicas, uma estrutura conhecida como monge se apresenta como uma das melhores alternativas para abastecimento e drenagem da água dos viveiros.

O monge é uma estrutura feita em concreto armado ou em alvenaria, com paredes de 10 a 15 cm de espessura, que comunica o viveiro com o canal de abastecimento,

à montante, e ao canal de drenagem, à jusante. Deve receber reforço na estrutura com vergalhões em aço, para suportar a acomodação do solo que sempre acontece ao longo do tempo. Os monges podem ter o formato de um tubo de secção quadrada ou formato em “u”, na forma de um canal (Figura 29).

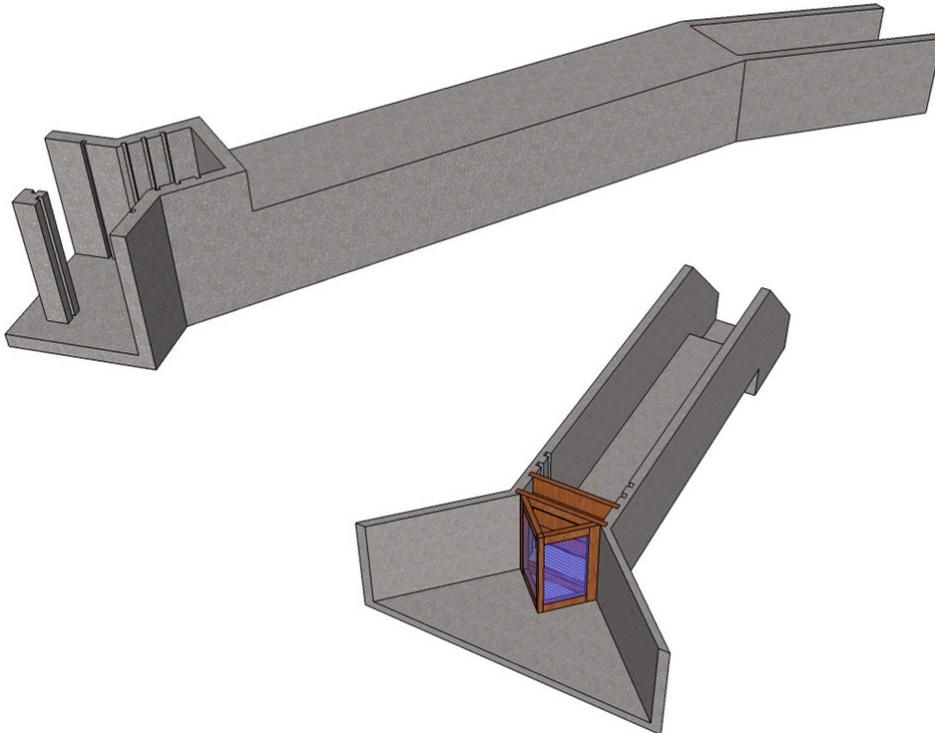


Figura 29. Representação de diferentes modelos de monge utilizados para o controle do fluxo de água dos viveiros. Acima, em forma de túnel e, abaixo, em forma de calha.

A estrutura do monge pode ser construída no solo dos viveiros antes do término da construção dos taludes, mas já com o fundo do viveiro devidamente escavado, para evitar erros na sua localização. Os monges devem ser capazes de permitir a completa drenagem de um viveiro em período entre 6 e 8 horas⁷. Portanto, as dimensões e, conseqüentemente, a capacidade do monge, dependem do tamanho e do volume total viveiro. Exemplificando, isso significa que, para atingir esta marca, o monge que drena um viveiro de 1 ha, deve permitir a vazão de cerca de 463 a 347 litros por segundo, respectivamente. Uma vazão de água muito rápida poderia pressionar as estruturas hidráulicas, podendo levar ao seu rompimento. Em viveiros muito grandes, pode ser recomendável inclusive a instalação de mais de um monge.

É importante que o monge seja muito bem “ancorado” ao solo, para evitar que as forças hidráulicas desloquem a estrutura toda. Isso pode ser feito através de estaqueamento ou fundação com tabique transversal no meio da estrutura ou cada uma das extremidades. Podem também ocorrer pontos de infiltração de água entre o solo do

dique e a parede do monge. Esta infiltração carrega particulados finos enfraquecendo o solo no entorno do monge e podendo levar ao desmoronamento do dique neste ponto. Prolongamentos laterais, feitos a partir da própria parede, criam um obstáculo a movimentação da água. É recomendado também que se utilizem, neste ponto, solos com concentrações mais altas de argila ou o uso de geotêxteis, para permitir a passagem da água enquanto se retém as partículas de solo.

Os monges devem ser construídos com pequenas canaletas (ranhuras) em suas paredes, com 3 cm de profundidade e 3 cm de largura, na entrada e também na saída, para permitir o encaixe e o acoplamento de quadros de madeira com diferentes funções.

As primeiras canaletas construídas na entrada do monge são destinadas ao encaixe de quadros dotados de telas, que têm a função de impedir a entrada de predadores ou o escape dos camarões cultivados. Estes quadros podem ser retirados facilmente para limpeza, reparo e também para a troca do tamanho da abertura das telas. Para cada monge, pelo menos um par de quadros telados em boas condições deve estar disponível a todo o momento.

Um segundo grupo de canaletas, geralmente em número de três, é instalado logo após a tela de entrada. Na primeira canaleta é acoplado um quadro telado para maior segurança. Nas duas últimas canaletas são encaixadas tábuas, umas sobre as outras, com o objetivo de regular o nível da água do viveiro (Figura 30).

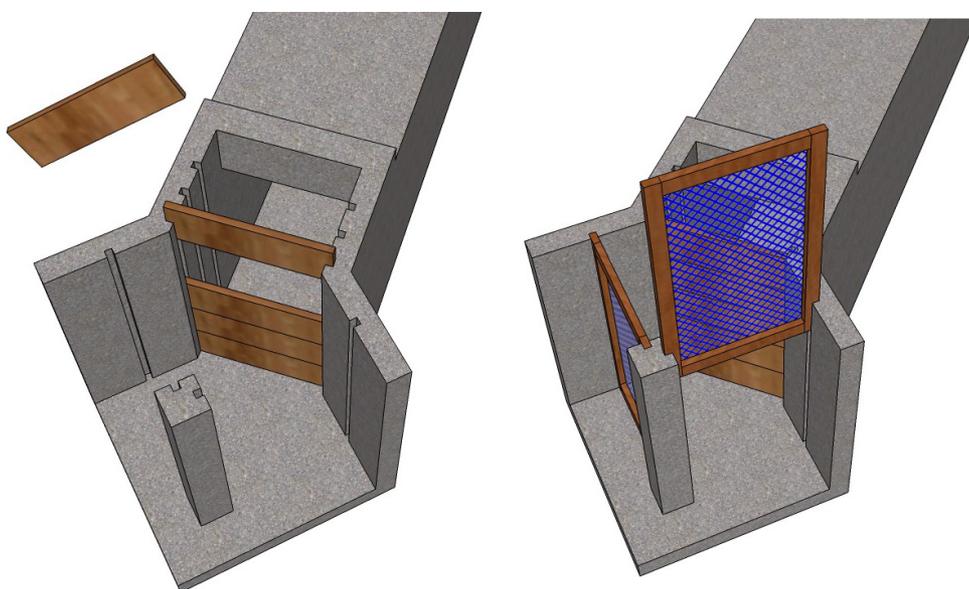


Figura 30. À esquerda, o sistema de tábuas usado para regular o nível de água nos viveiros. À direita, as canaletas para fixação da estrutura de telas para impedir a entrada de organismos indesejados no viveiro.

Os monges de entrada e de drenagem são ligeiramente diferentes entre si em relação à sua estrutura. Os monges de entrada, que recebem água dos canais de abastecimento, são mais simples. Os monges de saída são construídos entre 20 a 30 cm mais baixos que a cota mínima dos viveiros, para garantir a drenagem completa do fundo ³⁵.

Na saída do monge de drenagem, ranhuras devem ser construídas para a fixação de uma rede de despesca chamada de “bag-net” (Figura 31). A bag-net geralmente tem cerca de 8 metros de comprimento por dois de largura e malha de 7 mm². Esta rede é fixada em um quadro de madeira e encaixada nas ranhuras da parede de saída do monge ³⁸.

A bag-net deve permitir a livre vazão da água e, ao mesmo tempo, a retenção dos camarões na rede sem causar danos aos animais. Por isso, recomenda-se que o canal de saída seja longo e largo o suficiente para receber a rede de despesca em toda a sua extensão.

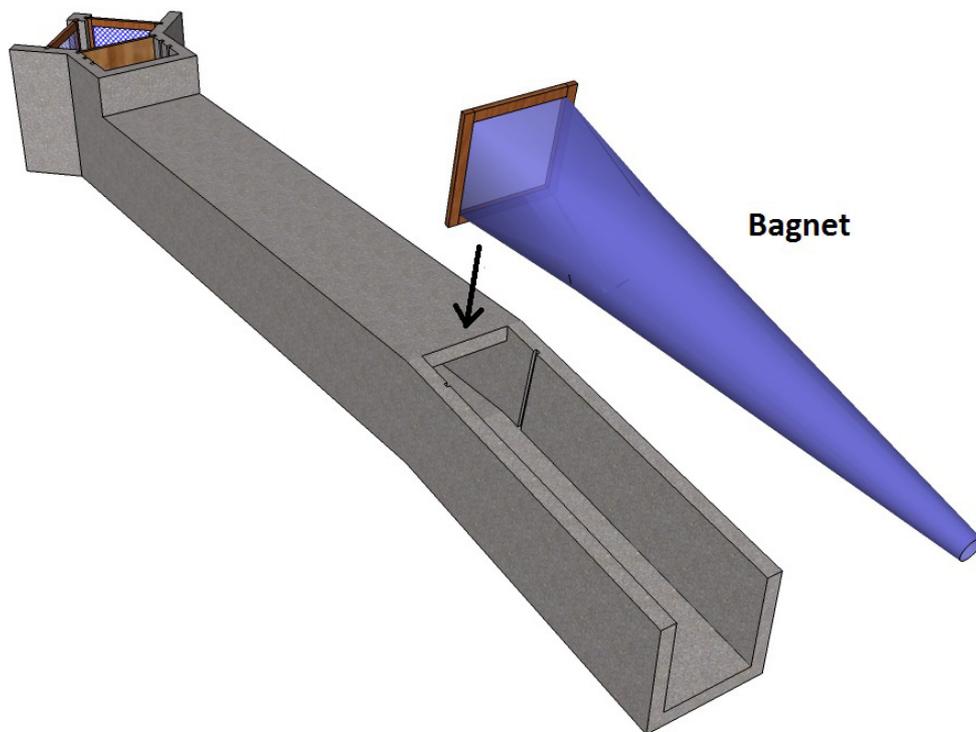


Figura 31. A instalação do quadro da “bag-net” na ranhura específica do monge de drenagem.

Além disso, é comum que se construa também uma área de trabalho junto ao monge de drenagem (Figura 32), para auxiliar nas atividades de despesca, evitando aglomeração de pessoas e permitindo um adequado fluxo do trabalho.

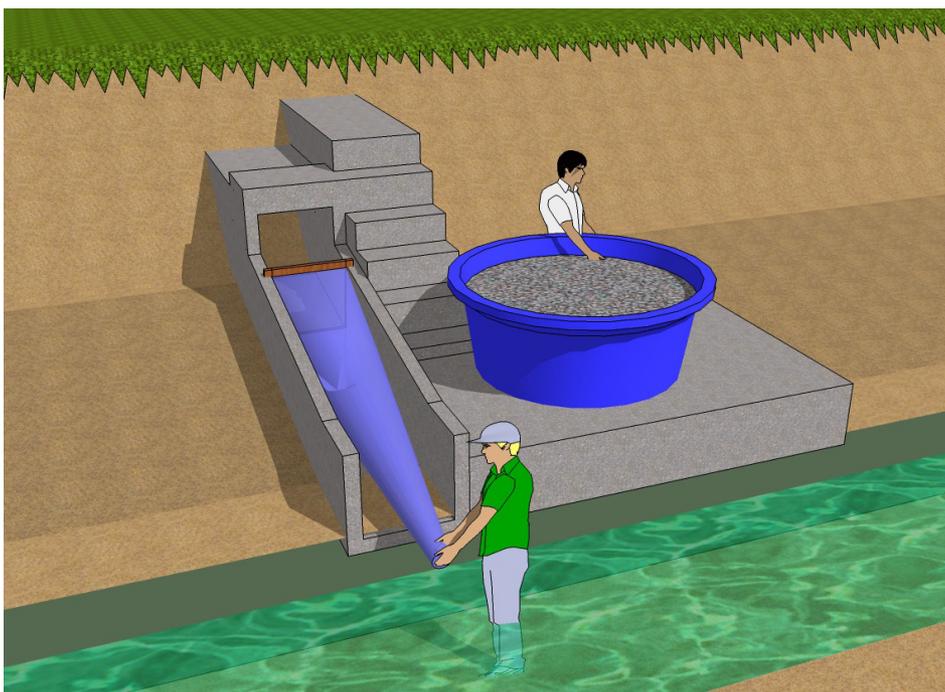


Figura 32. Estação de trabalho construída próximo à saída do monge de drenagem.

Os viveiros são geralmente construídos de tal forma que cada um seja conectado ao canal de abastecimento de maneira independente e paralela entre si. Em alguns casos, é possível construir viveiros conectados em série entre si, ou seja, a água de um pode passar para o outro.

O objetivo, neste caso, não é a renovação de água de um viveiro a partir da água já utilizada em outro, o que seria bastante prejudicial ao cultivo, mas sim a transferência de juvenis de camarões de um viveiro-berçário para outro maior, para engorda (sistema bifásico). Nessa técnica de produção, a densidade de camarões vai sendo ajustada ao longo do cultivo, possibilitando uma melhor utilização do espaço, dos recursos humanos e dos insumos.

No entanto, o ideal é que essa conexão entre viveiros-berçário e de engorda tenha sido planejada antes do início das obras de instalação, no projeto inicial de engenharia, pois as adaptações estruturais serão muito mais caras e complexas se tiverem que ser construídas depois que a fazenda já estiver operando.

3.8 Canais de drenagem e lagoas de decantação e de estabilização

As fazendas antigas, que trabalhavam em regime extensivo, praticavam densidades de povoamento muito menores do que as utilizadas atualmente. No início, também não era prática corrente alimentar os camarões com ração³⁹. Além disso, como ainda era comum o cultivo de espécies nativas, não havia riscos tão significativos associados ao escape de camarões para o ambiente.

Porém, depois da verdadeira revolução pela qual passou a carcinicultura brasileira no final da década de 1980, com a introdução do *L. vannamei*, com o aumento das densidades de estocagem e com o uso intensivo de arraçoamento, a descarga de água de cultivo diretamente para as áreas adjacentes deixou de ser encarada como algo tão inócuo e passou a ser percebida como um fator de risco ambiental.

Em uma operação normal, mesmo uma fazenda de cultivo de camarões que utiliza o arraçoamento, desde que bem manejada, liberará efluentes com níveis de material particulado iguais ou até mesmo inferiores àqueles encontrados na água captada, já que a fazenda tende a funcionar com um grande sistema de decantação de sedimentos (tanto no canal de abastecimento quanto no interior dos viveiros).

Como nos manguezais os compostos orgânicos drenados de áreas adjacentes são processados e reciclados, o material particulado dos efluentes da carcinicultura poderia, a princípio, ser descarregado diretamente neste ecossistema. Isto porque os efluentes são compostos de duas frações naturalmente processadas pelo ambiente: uma fração mineral, que veio do próprio ambiente, e outra orgânica, composta basicamente por sobras de ração, fezes de camarões e detritos.

Esta situação muda completamente durante a despescas, quando toda a água precisa ser drenada dos viveiros de uma vez só, provocando o revolvimento e a ressuspensão do sedimento decantado no fundo do viveiro. O problema maior, neste caso, é justamente a carga relativamente grande de efluentes sendo descarregada em um período relativamente curto no ambiente.

Nos ambientes adjacentes à fazenda, onde as vazões se reduzem, parte do material em suspensão irá decantar. Nestes pontos, as concentrações ambientais de oxigênio dissolvido na água podem cair rapidamente e haver um conseqüente aumento das taxas de decomposição anaeróbia dessa matéria orgânica. A decomposição anaeróbia, por sua vez, é mais lenta que a aeróbia, além de liberar compostos tóxicos (como metano, sulfetos, alcoóis e amônia) para o ambiente.

Em função disso, entidades ambientais começaram a pressionar o setor para que a água dos viveiros não fosse mais lançada diretamente no ambiente, mas sim que sofresse algum tipo de tratamento, visando reduzir ou mesmo evitar que a carga orgânica fosse lançada nos ambientes.

Uma das formas mais simples e eficientes para isso é acumular o efluente em uma lagoa de decantação (também chamada de bacia ou de piscina) por um determinado tempo, antes de ser definitivamente liberada no corpo receptor de água. A simples retenção permite a decantação dos sólidos particulados, melhorando significativamente a qualidade da água.

Seria necessário também construir um canal em torno da fazenda, para recolher e conduzir a água efluente dos viveiros até esta lagoa de decantação. Os canais deveriam ser construídos em uma cota inferior à do fundo do viveiro, de maneira a permitir seu escoamento sem riscos de inundação e possuir diques de contenção suficientemente estáveis para resistir à forte vazão da água de saída.

Como este tipo de estrutura hidráulica não fazia parte do design das fazendas construídas antes de 1990, a sua instalação posterior em fazendas antigas envolveria grande movimentação de terra, reformas complexas e um custo relativamente alto.

Além disso, essa nova área construída não renderia nenhum benefício financeiro direto ao produtor. Por esta razão, o conceito de lagoas de decantação não foi adotado imediatamente e muito menos voluntariamente.

No entanto, com o tempo, a carcinicultura passou a ser pressionada também em função da percepção do risco de escape de camarões, que seria mais elevado durante a descarga de efluentes para os ambientes adjacentes à fazenda.

Em resposta à ação combinada destas críticas, os novos projetos passaram a incorporar canais de drenagem e lagoas de decantação com objetivo de reduzir, tanto a carga orgânica dos efluentes quanto o risco de escapes. Em alguns estados, tais estruturas já fazem inclusive parte das condicionantes estabelecidas durante o processo de licenciamento ambiental.

Críticos desta forma de manejar os efluentes alegam que, mesmo considerando apenas o uso durante as despescas, para cada viveiro despescado seria necessária a existência de outro para receber o seu volume e mantê-lo pelo tempo mínimo necessário para a decantação do material particulado em suspensão. Esta demanda por espaço adicional, por sua vez, inviabilizaria financeiramente o empreendimento. Mas isso não é verdade. Ocorre que, mesmo durante a despesca, o volume de material particulado e a carga orgânica da água efluente somente começam a aumentar de forma significativa a partir dos últimos 20 cm de coluna d'água (quando faltam cerca de 16% do volume a ser drenado) e se tornam realmente críticos nos 5 cm finais da coluna d'água sendo drenada ⁴⁰. Isso acontece em função do maior acúmulo de matéria orgânica junto ao fundo do viveiro, do atrito da água contra o fundo durante a despesca, da movimentação dos camarões e dos próprios funcionários, que muitas vezes precisam entrar no viveiro para retirar manualmente os animais retidos na lama.

De qualquer forma, se as piscinas de decantação fossem usadas somente para recolher a água de despesca nos momentos finais, a estrutura não precisaria ter uma capacidade de retenção de água tão grande. Nessas condições, uma lagoa de 1 ha seria capaz de receber o volume relativo a cinco viveiros de igual tamanho em cada operação de despesca.

Pesquisas recentes demonstram que durante a utilização da piscina de sedimentação, a concentração de sólidos sedimentáveis chega a cair em praticamente 100% e a de sólidos suspensos em mais de 80% em torno de seis horas de tempo de residência. Nutrientes dissolvidos também podem ter suas concentrações diminuídas. O fósforo total pode ser reduzido em até 38% e o nitrogênio, em até 66%, de suas concentrações iniciais, requerendo, no entanto, tempos de residência de até 48 h ⁴⁰. Por esta razão, a Comissão de Conservação de Recursos Naturais do Texas (TNRCC) estabeleceu que o quarto final do volume do viveiro, durante a despesca, deve permanecer na piscina de decantação por um tempo de residência mínimo de 48 horas, para redução da carga de material particulado em suspensão. Mas abre uma exceção, para os casos em que a concentração inicial de material sedimentável na água da piscina de despesca esteja abaixo de 30 mg/L ⁴¹, medido a partir do uso do cone de Imhoff (Figura 33), situação em que se permite a liberação para o ambiente.

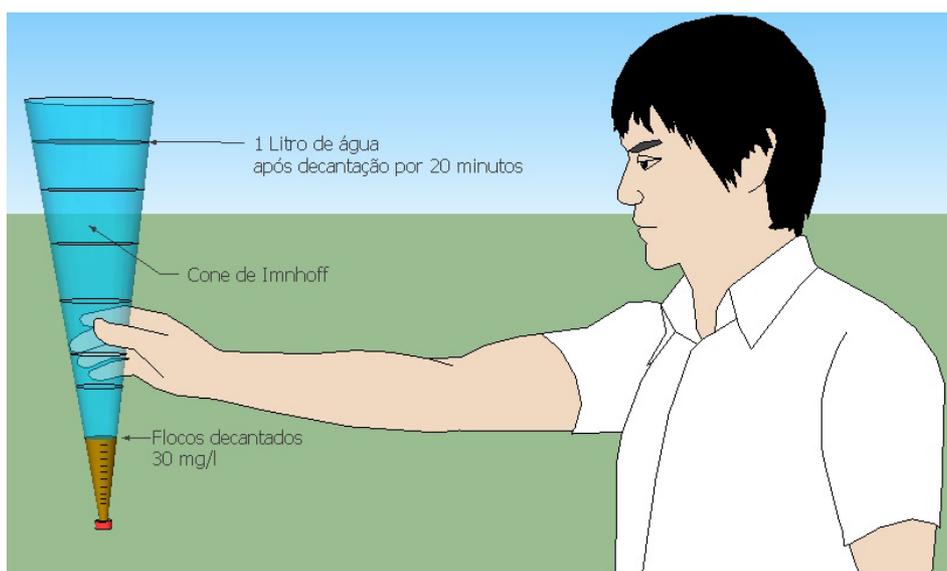


Figura 33. Cone de Imhoff, utilizado para quantidade de material particulado presente nas águas de um viveiro ou de um tanque de decantação.

Na Índia, a Autoridade de Aquicultura Costeira (CAA) estabeleceu que sistemas de tratamento de efluentes fossem considerados mandatórios para fazendas maiores que cinco hectares ⁴².

Atualmente, estão sendo propostos e testados sistemas mais avançados de tratamento para efluentes de fazendas de camarão, envolvendo um número maior de estruturas de retenção de água, com diferentes funções no processo de separação e estabilização do material orgânico disperso na água.

A própria CAA propõe um sistema mais complexo, composto por um tanque (ou lagoa) de decantação dotado de chicanes. Esse tipo de estrutura acelera a velocidade de decantação de material particulado em suspensão na água do efluente. Com isso, o regulamento permite que uma área ainda menor, de apenas 10 % da área total inundada da fazenda, seja necessariamente reservada para o sistema de tratamento.

Se o sistema for construído em alvenaria, é possível ainda instalar estruturas de drenagem mecânica do lodo, o que aumenta sua eficiência e permite que se reduzam ainda mais as dimensões do próprio sistema. O lodo decantado poderá ser concentrado e removido mecanicamente para descarte apropriado.

Após a passagem pelo sistema de decantação, a água segue para uma lagoa de estabilização (biorremediação), onde outras espécies aquáticas podem ser empregadas com o objetivo de reduzir a carga química e orgânica dissolvida, como macroalgas de interesse comercial (como as dos gêneros *Ulva*, *Hypnea* e *Gracillaria*), ostras (do gênero *Crassostrea*) e até peixes, como a tilápia ou outras espécies marinhas plantófagas.

Após a passagem pela lagoa de estabilização, a água tende a apresentar concentrações muito baixas de oxigênio dissolvido (OD) para ser lançada diretamente para os

corpos receptores adjacentes. A **resolução CONAMA 357/2005** estabelece o mínimo de 5 mg/L de OD para água efluente.

Por esta razão, o sistema deve também envolver o uso de aeradores, que irão elevar as concentrações de oxigênio dissolvido aos patamares previstos na legislação, antes da sua liberação definitiva para o ambiente. Esses aeradores podem ser posicionados na própria lagoa de estabilização ou em um tanque específico para este fim (Figura 34).

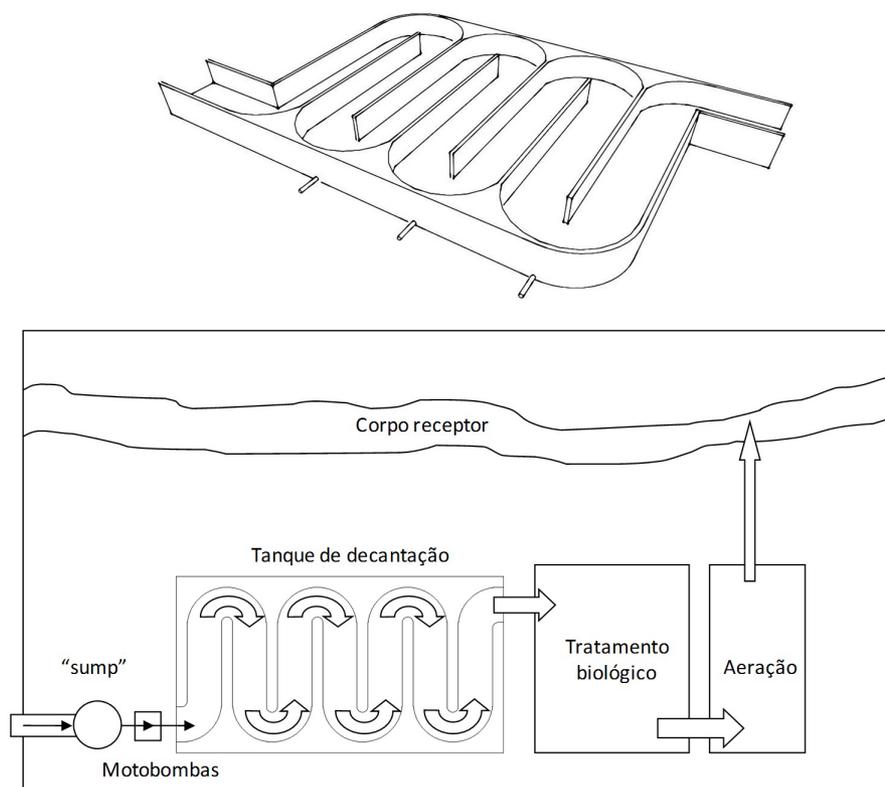


Figura 34. Sistema de tratamento de efluente (modificado de CAA-Índia).

O objetivo a ser atingido por estes sistemas mais avançados é a recuperação integral dos efluentes gerados pelas fazendas de cultivo de camarões. No entanto, muitos destes sistemas, apesar de funcionar efetivamente, ainda não se mostraram totalmente eficientes.

Por esta razão, no atual estágio de desenvolvimento da carcinicultura, não é racional perseguir o objetivo da completa recuperação da qualidade da água da despesca e sim da redução significativa do impacto dos efluentes a tal ponto que o ambiente adjacente seja capaz de processar o excedente sem a ocorrência de acúmulo. Afinal, seja qual for o sistema proposto, para ser considerado verdadeiramente viável, deverá ser capaz de equilibrar de maneira positiva os custos econômicos com suas vantagens ambientais.

Juntamente com o maior conhecimento em relação às estruturas hidráulicas das fazendas, também vem ocorrendo um grande avanço no campo da biorremediação. Pesquisas sobre os processos microbiológicos que ocorrem nos viveiros vêm permitindo que a matéria orgânica, que antes se acumulava entre um cultivo e outro, possa ser eficientemente processada durante e após os cultivos.

Estes avanços, somados às melhores técnicas de manejo e ao uso de rações nutricionalmente balanceadas, ajudaram a reduzir os aportes de matéria orgânica e, com tudo isso a qualidade final do efluente tem melhorado a tal ponto que muitas fazendas de carcinicultura mais modernas já conseguem reutilizar a maior parte da água nos cultivos de camarões, com evidentes benefícios ambientais e econômicos. Para que seja possível reutilizar a água tratada, bombas complementares precisam elevar esta água, que se encontra nas bacias de estabilização, novamente até os canais de abastecimento, como mostrado no exemplo da Figura 35.

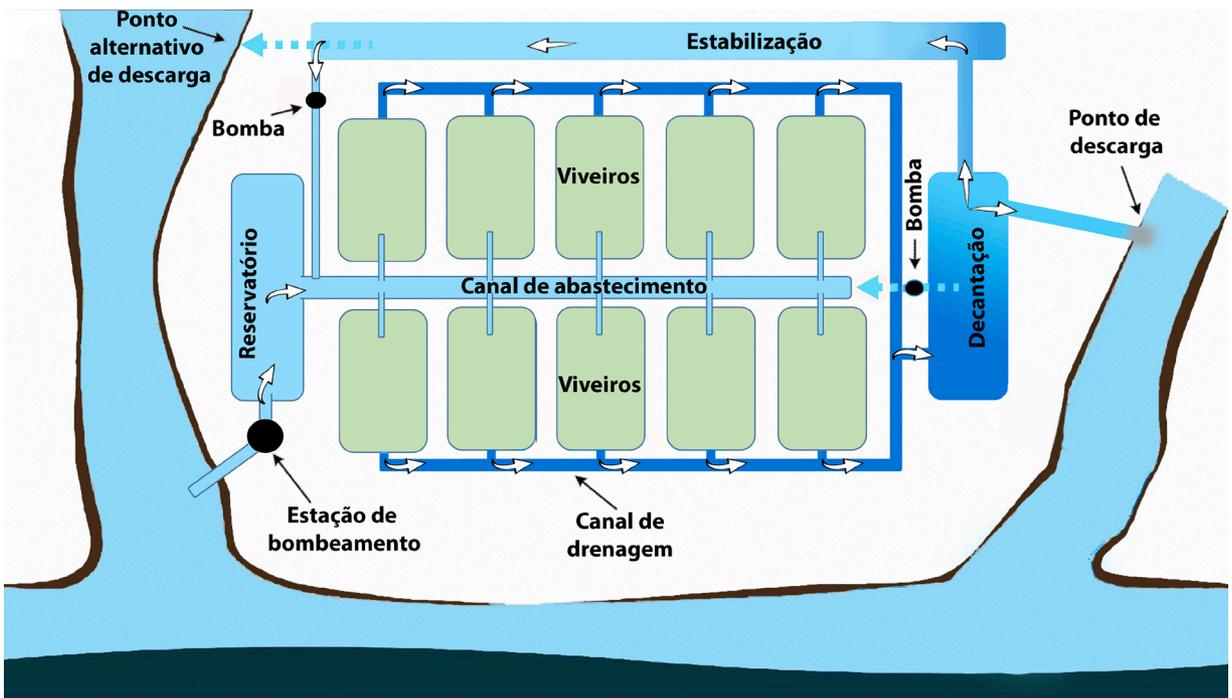


Figura 35. Representação esquemática das principais estruturas de uma moderna fazenda de cultivo de camarões marinhos ³³.

Uma grande vantagem do uso de sistemas de tratamento e recirculação de água é que, com suas lagoas sequenciais de decantação, estabilização/aeração, etc., a estrutura representa uma importante barreira física que praticamente impossibilita o escape de camarões durante a despesca ou em qualquer outro procedimento de manejo. Esta vantagem, não diretamente relacionada com a qualidade da água, aumenta a importância da adoção destes sistemas.

Para atingir os padrões preconizados pela PI, a existência de bacias de decantação e de estabilização em fazendas de cultivo de camarões deve ser obrigatória. Já a reutilização de água é uma recomendação importante, mas não obrigatória. Caberá ao técnico responsável pela fazenda avaliar a situação e tomar uma decisão baseada nos aspectos técnicos, ambientais e econômicos.

3.9 Vias, estruturas anexas e edificações

Além de todas as estruturas voltadas para o cultivo, descritas anteriormente, uma fazenda exige ainda a construção de vias de acesso e estruturas anexas de apoio ao processo produtivo, como estradas, rede de distribuição de energia, galpões e outras edificações.

3.9.1 Estradas internas

Como os viveiros são relativamente grandes e distantes entre si, há a necessidade de construção de vias de acesso para o transporte de pessoal, insumos, materiais e equipamentos. Essas vias precisam, muitas vezes, possibilitar o trânsito de veículos e maquinários pesados, o que exigirá também a sua periódica manutenção para garantia das condições adequadas de trafegabilidade.

As próprias cristas dos diques fazem normalmente parte da malha de acesso aos próprios viveiros. Nesses locais costuma acontecer uma intensa movimentação diária, razão pela qual há a necessidade de reforço dos diques, conforme comentado anteriormente. É importante ainda que pelo menos o dique onde o monge de drenagem se encontra seja capaz de suportar a passagem de caminhões e tratores com segurança.

3.9.2 Rede elétrica

Considerando as densidades empregadas pelas fazendas modernas em regime semi-intensivo (não menos que 25 ou 30 camarões/m²), o uso de aeradores se torna praticamente obrigatório. A distribuição destes equipamentos e as distâncias envolvidas exigem a implantação de uma rede elétrica robusta, que atenda toda a fazenda, o que implica na colocação de postes, cabos, transformadores e caixas de comando, devidamente dimensionados para atender a demanda e projetados para otimizar custos. É altamente recomendável que uma rede trifásica esteja disponível.

3.9.3 Galpões

Para operar apropriadamente, a fazenda necessita de equipamentos, insumos, além de uma gama enorme de estruturas diversas. Todo o material empregado deve ser protegido das intempéries e isso envolve a necessidade de galpões de armazenamento e operação. A quantidade e o tamanho destas estruturas dependem da quantidade e da natureza do material que será mantido em seu interior, o que deve ser previsto na fase de projeto.

3.9.3.1 Galpões para estacionamento e manutenção de tratores e maquinário pesado

Galpões para este tipo de equipamento podem ser de construção relativamente simples, porém funcionais. Podem, por exemplo, apresentar piso de terra batida, mas precisam possuir portas grandes, que permitam a fácil entrada e saída dos mesmos. Junto a estes locais, uma oficina pode ser montada para manutenção de maquinário e de equipamentos. É muito importante, porém, que esse galpão não seja contíguo, ou mesmo próximo, do local onde se armazena a ração dos camarões, para evitar contaminação.

3.9.3.2 Galpão para armazenamento de corretivos agrícolas e fertilizantes

Como são utilizadas quantidades significativas desse tipo de material durante os cultivos e como as fazendas muitas vezes apresentam limitações de acesso, eles geralmente são adquiridos em grandes quantidades. Por isso, é muito importante que exista na fazenda um galpão específico para o depósito de corretivos agrícolas e fertilizantes. Esse galpão também pode ser confeccionado em estruturas simples, com piso de terra batida e portas grandes, para fácil movimentação de carga. No entanto, é importante que se adotem procedimentos que impeçam a entrada de água da chuva e até mesmo o excesso de umidade no local. Também é importante que esses galpões não sejam posicionados próximos ao local onde se armazena a ração dos camarões, para evitar contaminação.

3.9.3.3 Galpão para rações

A ração é um dos insumos principais utilizados em uma fazenda de cultivo de camarões e seguramente o mais caro. Porém, neste caso o armazenamento de grandes cargas não é recomendável, porque o alimento pode se deteriorar e também atrair roedores. As aquisições devem ser planejadas para uso em um mês e, em hipótese alguma, uma ração deve ser armazenada por mais de três meses.

O galpão deve ter tamanho proporcional ao volume de ração e outros alimentos utilizados na fazenda nesse período. Porém, a estrutura física do galpão de rações deve ser mais complexa, para permitir a limpeza e manutenção com maior frequência, como piso impermeável, boa circulação de ar e baixa umidade.

3.9.3.4 Microgalpões/silos para distribuição de ração

Algumas fazendas possuem pequenas construções ou silos instalados próximos aos viveiros para abrigar a ração. Dentro deles, a ração que será usada dentro de, no máximo, uma semana é armazenada, com intuito de facilitar o acesso do tratador. Estas construções podem ser bastante simples, mas devem ser bem fechadas e o piso construído acima do nível do solo.

3.9.4 Escritório

O escritório deve ser projetado para comportar de forma eficiente as atividades administrativas e, por isso, deverá ser proporcional ao tamanho da equipe, que, por sua vez, deverá ser proporcional ao tamanho da fazenda. Sem ser luxuoso, é importante que o escritório seja confortável para que os trabalhos sejam executados a contento.

3.9.5 Laboratório

É altamente recomendável que seja montado um pequeno laboratório próximo ao alojamento dos técnicos. Nele podem ser mantidas vidrarias e diversos equipamentos de uso rotineiro na fazenda, entre os quais um microscópio e um microscópio estereoscópico (lupa), um destilador de água, geladeira, freezer, além de uma bancada impermeável de trabalho, anexa a uma pia profunda e armários para a guarda de equipamentos e reagentes.

3.9.6 Cozinha e alojamentos

A estrutura física deve permitir a limpeza e manutenção frequentes, como piso impermeável e paredes laváveis, boa circulação de ar e baixa umidade.

São estruturas de apoio fundamentais para o bem o estar da equipe técnica e gerencial da fazenda, que geralmente é recrutada de regiões distantes e pode depender destas estruturas até mesmo para trabalhar e morar no local. Devem ser suficientemente higiênicas e confortáveis, mesmo sem necessidade de luxo.

3.10 Referências bibliográficas

- 1 SOUZA FILHO, J. et al. **Custo de produção do camarão marinho**. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina - Cepa. Florianópolis, p.24. 2003
- 2 COELHO, M. A. S. **Análise de custo/volume/lucro e investimentos em carcinicultura de pequeno porte**. Custoseagronegocioonline 1: 22 p. 2005.
- 3 MARIANE, A. **Como contratar levantamento topográfico**. Construção & Mercado. On line: PINI Informação e atualização profissional na construção, 2013.
- 4 ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte I**. Panorama da aquicultura Vol. 12, nº72: Pp 35-48 p. 2002.
- 5 BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei Nº 12.651 de 25 de abril de 2012. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2012.
- 6 GAIO, M. M. **Eficiência energética em sistemas de bombeamento**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. 272 ISBN 621.3.004.
- 7 LAWSON, T. **Fundamentals of aquacultural Engineering**. London: Springer Science & Business Media, 1995. 355p.
- 8 PETERSON, E. L.; WADHWA, L. C.; HARRIS, J. A. Arrangement of aerators in an intensive shrimp growout pond having a rectangular shape. **Aquacultural Engineering**, v. 25, n. 1, p. 51-65, 2001. ISSN 0144-8609.
- 9 CRIPPS, S. J.; BERGHEIM, A. Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems. **Aquacultural Engineering**, v. 22, n. 1-2, p. 33-56, 2000. ISSN 01448609.
- 10 HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L. Sludge management in intensive pond culture of shrimp: Effect of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction, and shrimp production. **Aquacultural Engineering**, v. 13, n. 1, p. 11-30, 1994.
- 11 KRUMMENAUER, D. Brazil study results encouraging for injector. 2015.
- 12 PILLAY, T. V. R.; KUTTY, M. N. Design and Construction of Aquafarms. In: PILLAY, T. V. R. e KUTTY, M. N. (Ed.). **Aquaculture: Principles and Practices**: Wiley Fishing News Books, 2005. cap. 6, ISBN 9781405105323.

- 13 NUNES, A. J. P. et al. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Labomar/UFC. Fortaleza, p.109. 2005
- 14 ROBERTSON, C. C. Australian prawn farming manual: health management for profit. 2006.
- 15 NEW, M. B. **Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)**. Rome: FAO, 2002. 213p. ISBN 0429-9345.
- 16 TOMAZELLI, O.; CASACA, J. D. M.; SMANIOTTO, M. J. Construção de viveiros para piscicultura. In: POLI, R.;SCHAEFFER, A. L. C., et al (Ed.). **Aquicultura: experiências brasileiras**. 1ª. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p.1-44.
- 17 GEROLLA, G. **Terra firme: contenções**. Técnica. São Paulo: PiniWeb: 56-60 p. 2007.
- 18 LEKANG, O.-I. **Aquaculture engineering**. Oxford: Blackwell Publishing, 2012. 352p. ISBN 978-0-470-99593-8.
- 19 COCHE, A. G. Soil and freshwater fish culture. In: FAO (Ed.). **Simple Methods for Aquaculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, v.6, 1985. p.174. (FAO Training Series). ISBN 92-5-101355-1.
- 20 BELTRAME, E. **Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias**. 2003. 197p. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 21 DE LA CRUZ, C. R. **Fish pond engineering: a technical manual for small and medium scale coastal fish farms in Southeast Asia**. South China Sea Fisheries Devel. Prog. Manila,, p.180. 1983
- 22 ARANA, L. V. **Fundamentos de aqüicultura**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004. 349p. ISBN 853280270-2.
- 23 TEICHERT-CODDINGTON, D. R. et al. Treatment of harvest discharge from intensive shrimp ponds by settling. **Aquacultural Engineering**, v. 19, n. 3, p. 147-161, 1999.
- 24 TEXAS NATURAL RESOURCE CONSERVATION COMMISSION. **Discharges from aquaculture production facilities**. TNRCC. Texas, USA. Title 30 1997.
- 25 CAA. **Guidelines for Regulating Coastal Aquaculture**. Department of Animal Husbandry, Dairying and Fisheries: Ministry of Agriculture, India 2005.

Componentes biológicos presentes nos viveiros

Antonio Ostrensky
e Ubiratã Assis Teixeira da Silva

Muitas etapas foram vencidas até chegar a este ponto. A fazenda está construída e as estruturas estão prontas para funcionar. A equipe está contratada; a casa de bombas já está operacional; e os viveiros estão prontos para o povoamento... Estão?

Não, os viveiros não estão prontos. O que temos é a estrutura física dos viveiros construída e pronta para ser inundada a qualquer momento. Porém, este local não está pronto para suportar o cultivo de camarões e nem será capaz de processar a matéria orgânica que será aportada através do arraçoamento. Se um cultivo for realizado nestas condições, o resultado provavelmente será um fracasso.

Viveiros são muito mais que simples “buracos” na terra. Um viveiro de cultivo de camarões marinhos é, essencialmente, um sistema conversor de matéria orgânica (MO) em proteína animal de altíssima qualidade e valor biológico. Mas, para que isso ocorra de forma eficiente, esse viveiro precisará ser transformado em um pequeno, mas poderoso e equilibrado ecossistema. E para isso, as características físicas, químicas e biológicas do solo e da água devem ser favoráveis.

Uma das primeiras preocupações durante a escolha do terreno foi justamente evitar a aquisição de áreas em que o solo e a água disponíveis fossem irremediavelmente inadequados ao cultivo de camarões. Portanto, a partir deste ponto é considerado que os itens disponíveis na fazenda construída apresentam características que, se não ideais, podem ser trabalhadas de maneira econômica para atingir um patamar mínimo de qualidade e de produtividade.

Mas, para compreender as técnicas de correção e manejo que poderão ser utilizadas, é fundamental que os principais aspectos envolvidos nos processos biogeoquímicos que acontecerão nesse viveiro sejam adequadamente compreendidos.

Um viveiro de cultivo de camarão é um ecossistema bastante complexo, cujo funcionamento vai muito além do simples povoamento com pós-larvas e fornecimento de ração e de fertilizantes. Há toda uma cadeia biológica que envolve produtores primários (fitoplâncton), consumidores primários e secundários (zooplâncton e bentos), formando um conjunto gigantesco de microrganismos (bactérias, fungos, vírus, protozoários, entre outros), presentes tanto na coluna d’água quanto no fundo dos viveiros.

Como ilustrado na Figura 36, grande parte da matéria orgânica presente em

um viveiro de cultivo de camarões irá passar pelo processo de mineralização, que liberará para o ambiente os nutrientes nela contidos, especialmente o nitrogênio e o fósforo. Estes nutrientes, por sua vez, em presença de luz, servem como substrato para o desenvolvimento das microalgas (fitoplâncton), que os convertem novamente em compostos orgânicos, incorporando-os à sua biomassa. Devido a essa capacidade de gerar oxigênio e biomassa a partir de nutrientes reciclados, o fitoplâncton é chamado de produtor primário.

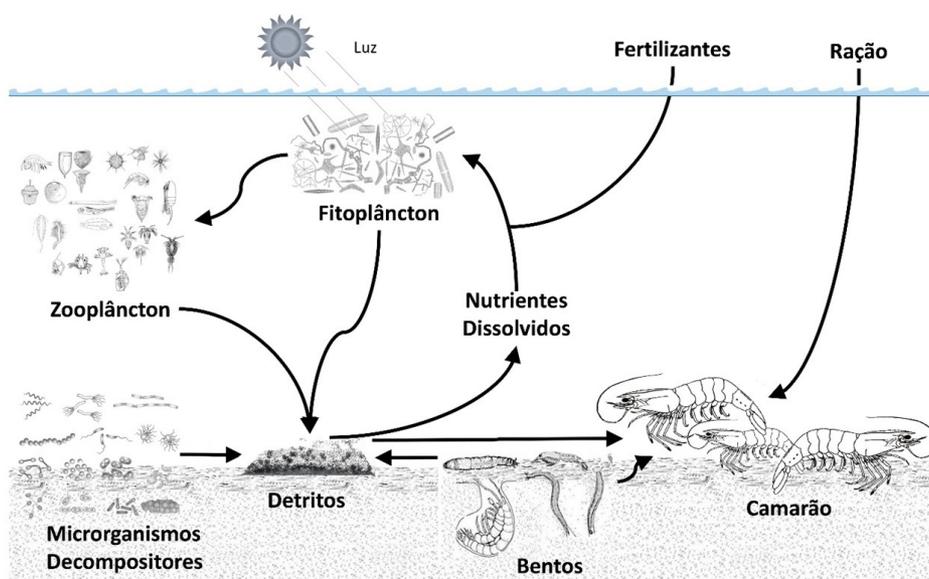


Figura 36. Representação da cadeia trófica existente em viveiros de cultivo de camarões marinhos.

O crescimento acelerado das populações de fitoplâncton em um viveiro é chamado de “bloom” algal (ou florescência). A grande quantidade de microalgas na água serve de alimento para as populações de zooplâncton, principalmente protozoários, pequenos crustáceos e outros minúsculos animais (por isso, chamamos de consumidores primários).

Tanto o fitoplâncton quanto o zooplâncton têm um ciclo de vida curto e quando morrem acabam por decantar no fundo do viveiro. Esta “chuva” de matéria orgânica que chega ao fundo estimula o crescimento da comunidade de organismos bentônicos que, com sua atividade detritívora, fragmenta a matéria orgânica e expõe suas partículas à ação bacteriana. Estas, por fim, mineralizam a matéria orgânica, liberando os nutrientes novamente na coluna d’água e o ciclo recomeça (Figura 37).

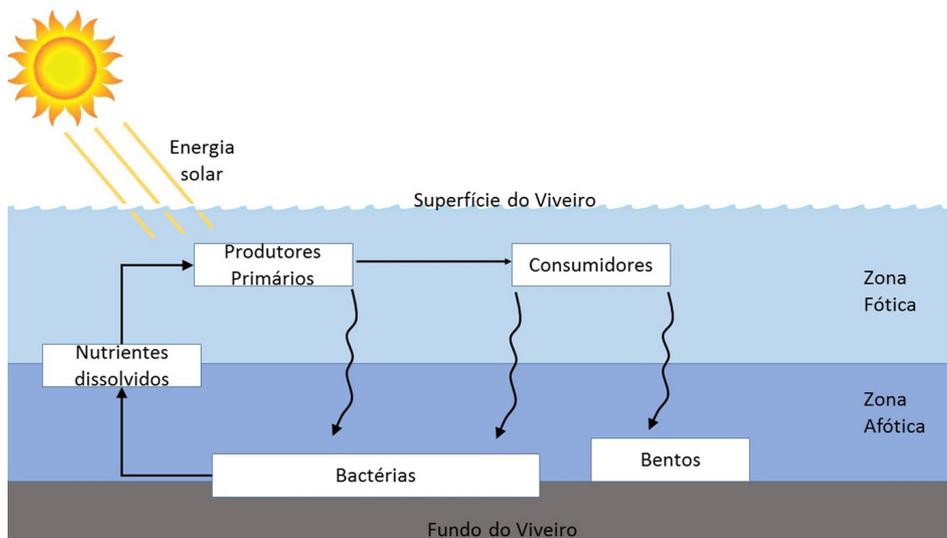


Figura 37. Síntese do ciclo biológico em um viveiro de cultivo de camarões marinhos.

Durante o processo de decomposição, os fragmentos de matéria orgânica são colonizados por bactérias, formando flocos leves, muito ricos em proteína devido à própria biomassa bacteriana associada. Estes detritos, também conhecidos como bioflocos, são um alimento nutricionalmente muito rico e de grande importância para o cultivo de camarões.

O camarão, principalmente *L. vannamei*, é naturalmente atraído por estes flocos bacterianos. Há estudos que mostram que, mesmo em cultivos intensivos de camarões, os detritos são responsáveis por até 50% do alimento presente no conteúdo estomacal dos camarões⁴³ sendo, portanto, mais importante que o próprio fito e o zooplâncton na alimentação desses animais durante um cultivo.

Esse processo de ciclagem e reciclagem de matéria orgânica é que fundamenta um ditado chinês que diz que “cultivar organismos aquáticos é, antes de tudo, cultivar a água”.

4.1 Microrganismos

O fundo de um viveiro e mesmo a coluna d'água são colonizados por uma rica diversidade de microrganismos, visíveis apenas com o uso de microscópios. A composição qualitativa e quantitativa da população microbiana e sua natureza dependem bastante da origem e da natureza do solo e da composição relativa de seus constituintes minerais e orgânicos. A população microbiana que habita o solo, juntamente com diferentes formas animais e vegetais, transforma o solo em um sistema vivo e não de uma simples massa inerte de substâncias minerais e de resíduos orgânicos.

A composição de seres vivos no solo também pode ser diretamente afetada pelo tratamento que se dá aos viveiros. Isto pode ser facilmente comprovado comparando as populações microbiológicas presentes em um solo virgem (não trabalhado) com as de um solo idêntico, que foi adequadamente preparado para o cultivo de camarões (recebeu corretivos e adubos orgânicos e minerais).

No caso de um viveiro recém-escavado, sem nenhum tratamento, os microrganismos

mos se acham num estado de relativo equilíbrio. A abundância dos vários grupos de bactérias, actinomorfos, fungos e protozoários depende totalmente das condições encontradas naturalmente no solo. Já no solo tratado, tal equilíbrio é perturbado. Alguns microrganismos multiplicam-se com maior intensidade, em proporções muito superiores às dos demais grupos. Essa “manipulação”, para multiplicação de microrganismos benéficos ao cultivo costuma fazer muita diferença ao final do cultivo, refletindo os cuidados que foram ou não tomados em relação ao solo, e se traduzindo em lucros, ou prejuízos, para o carnicultor.

Nova classificação dos seres vivos

Em um passado relativamente recente, existia um sistema simples e conveniente para classificar os seres vivos em categorias relativamente intuitivas. Grupos bastante conhecidos, como protozoários, microalgas e plantas, facilitavam o entendimento das pessoas acerca de suas relações ecológicas.

Porém, estas classificações se baseavam apenas em sua aparência e metabolismo. Com o advento das modernas técnicas de biologia molecular, a relação genética entre estes seres foi ficando conhecida e novas classificações foram sendo criadas, agrupando apenas seres que fossem evolutivamente aparentados.

Esta nova forma de classificar gera uma grande dificuldade de enquadrar os seres de maneira ao mesmo tempo prática e taxonomicamente correta, o que pode confundir o leitor não especializado.

Porém, como os pesquisadores ainda estão longe de atingir um consenso no assunto e como este não é, nem de longe, o principal tema deste livro, procuramos, na medida do possível, utilizar uma classificação que fosse ao mesmo tempo prática e cientificamente correta para que o leitor pudesse identificar os grupos discutidos.

4.1.1 Bactérias

As bactérias estão presentes em grande quantidade em todos os lugares onde existe vida. Seres estruturalmente simples, as bactérias dos dias atuais ainda guardam muitas semelhanças com as primeiras formas de vida que surgiram no planeta ⁴⁴. Através dos tempos, diferentes tipos de bactérias evoluíram para aproveitar as substâncias mais diversas para funcionamento do seu metabolismo basal e, com isso, tornaram-se a verdadeira base da vida de qualquer lugar no planeta Terra. Algumas espécies, os chamados extremófilos, são capazes de viver e se multiplicar em ambientes tão inóspitos que por vezes são única forma de vida presente nesses ambientes ⁴⁵.

Esta incrível adaptabilidade faz com que este grupo de seres vivos seja capaz de converter eficientemente uma substância em outra. A humanidade já trabalhava com as bactérias, produzindo queijos, vinhos e outros alimentos, muito antes de entender a sua verdadeira natureza microbiológica.

Um grama de solo pode apresentar entre 1 a 10 bilhões de células de bactéria ⁴⁶. Considerando uma mesma unidade de área do viveiro existem pelo menos 100 vezes mais bactérias no solo que na água ⁸. No solo são encontradas bactérias pertencentes a todos os clados do chamado “domínio Bacteria” (Figura 38). Isso inclui diferentes tipos (esporulantes e não esporulantes); diferentes morfologias (bacilos, cocos, vibriões e espirilos), diferentes formas de metabolismo (aeróbico ou anaeróbico) e diferentes formas de nutrição (autotróficas e heterotróficas) desses microrganismos. A divisão nesses dois últimos grupos é particularmente importante para a carcinicultura.

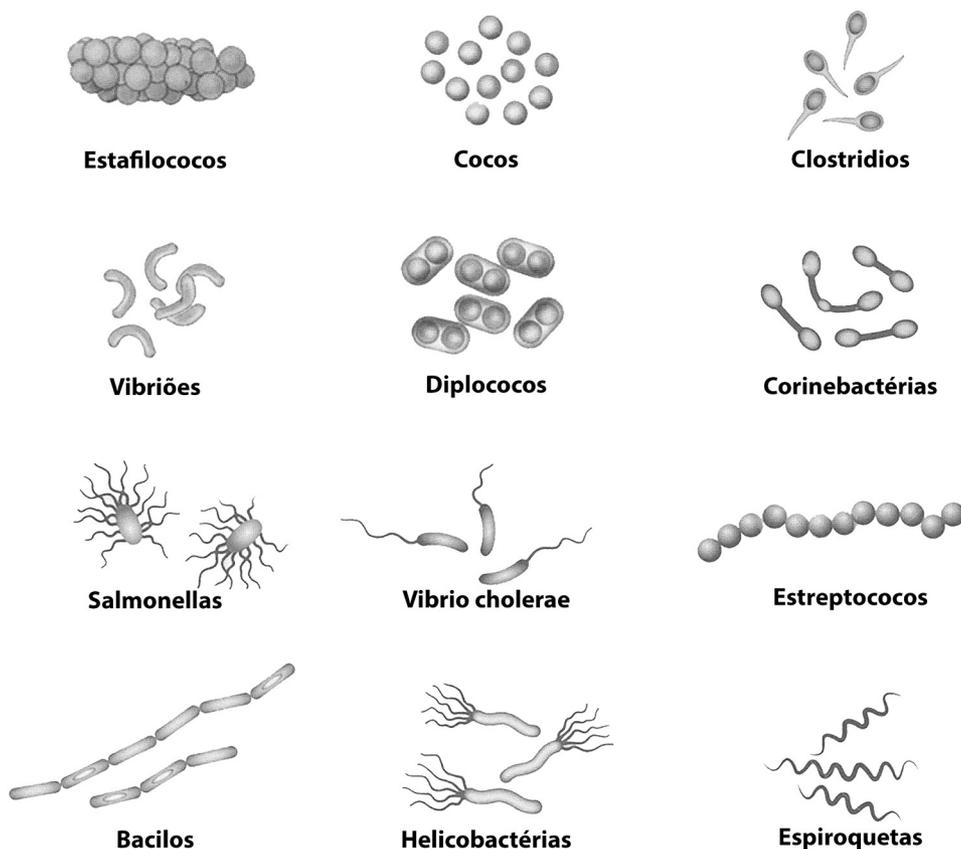


Figura 38. Existem muitos tipos diferentes de bactérias, a maioria desempenhando importantes funções ecológicas. Apenas uma minoria é patogênica para os camarões.

4.1.1.1 Bactérias autotróficas

Este tipo de bactéria utiliza a oxidação de substâncias minerais como única fonte de energia para o seu desenvolvimento. Utiliza também o CO₂ como fonte de carbono,

que é assimilado quimiossinteticamente. Não necessita de nenhum nutriente orgânico para a construção do seu material celular. Na verdade, é incapaz de decompor as substâncias orgânicas. Seu crescimento pode até ser inibido pela presença de certos compostos orgânicos ⁴⁷.

As **bactérias nitrificantes** compõem o tipo de bactéria autotrófica mais importante para a carcinicultura, pois participam do ciclo do nitrogênio dentro dos viveiros.

A amônia é um dos metabólitos (produtos) gerados pela degradação da matéria orgânica e é uma substância bastante tóxica para os camarões. Porém, com a ação coordenada das bactérias nitrificantes, a amônia é primeiramente convertida em nitrito que, apesar de ainda ser uma substância tóxica, é bem mais tolerado que a amônia. Quando o nitrito se torna abundante, o segundo grupo de bactérias nitrificantes inicia a conversão do nitrito em nitrato, que é muito menos tóxico que a amônia e que o nitrito. Ou seja, as bactérias nitrificantes agem reduzindo sequencialmente a toxicidade dos compostos nitrogenados para os camarões cultivados.

Outro grupo de bactérias autotróficas, importantes para aquicultura, mas por uma razão negativa, são as **bactérias sulfurosas**. Apesar de terem um efeito negativo sobre o cultivo, estão sempre presentes em viveiros e não há como as evitar. Na ausência de oxigênio, elas usam o enxofre e seus compostos inorgânicos como fonte de energia e produzem substâncias tóxicas como o gás sulfídrico, na forma de metabólitos.

4.1.1.2 Bactérias heterotróficas

Compreendem a grande maioria dos habitantes microbianos do solo. Usam substâncias orgânicas como fonte de energia e são primariamente relacionadas com a decomposição da celulose, açúcares, proteínas e outros materiais nitrogenados. Este processo de mineralização da matéria orgânica é importantíssimo, como será discutido a seguir.

Também existem dois grupos básicos de bactérias heterotróficas, que podem ser identificados em laboratório, durante um processo de tingimento (coloração) conhecido como “método de Gram”. Bactérias que se coram em azul ou roxo são chamadas Gram-positivas e as bactérias que se coram em vermelho ou rosa são as Gram-negativas.

Para aquicultura, recomenda-se o estímulo das Gram-positivas porque são muito mais eficientes na conversão de carbono orgânico em CO₂ se comparadas às Gram-negativas, que acabam convertendo grande percentagem de carbono orgânico em limo ou mucilagem, um tipo de polissacarídeo que dificulta a difusão do oxigênio durante o processo de mineralização da matéria orgânica do solo.

Aqui também temos um grupo de bactérias importantes para carcinicultura por uma razão geralmente negativa: os **vírios**. Eles são bactérias Gram-negativas e crescem na presença de excessos de matéria orgânica. Os vírios têm formato de bastonete levemente encurvado. Quando vistos ao microscópio, lembram desenhos de gaivotas voando (Figura 39).



Figura 39. Exemplo de vibrio. Fonte: Dartmouth College.

Os vibrões podem se tornar patogênicos e atacar os camarões se presentes em grandes quantidades nos viveiros. Através de um fenômeno conhecido como “quorum sensing”, certos genes bacterianos são ativados pelo acúmulo de determinadas proteínas produzidas pelos próprios vibrios, causando um aumento súbito na virulência e patogenicidade ⁴⁸.

4.1.2 O papel das bactérias heterotróficas na mineralização da matéria orgânica

A natureza de tudo o que nos cerca é constituída por dois tipos de matéria: a orgânica e a mineral (ou inorgânica). A matéria orgânica tem sua origem nos seres vivos, tantos os animais quanto os vegetais. No entanto, a matéria orgânica só se mantém sob uma forma estável enquanto existe vida. A matéria orgânica morta é naturalmente instável, entrando imediatamente em estado de decomposição, como resultado da ação das bactérias e outros microrganismos que a utilizam como alimento. Esta matéria orgânica será então fragmentada em pedaços cada vez menores e só se tornará estável novamente após a sua completa mineralização, ou seja, através da transformação dos compostos orgânicos em compostos minerais.

A ração utilizada para alimentar os camarões também é composta por matéria orgânica morta. Como ela possui baixos teores de umidade, enquanto estiver seca, sua velocidade de decomposição será relativamente lenta. Quando colocada em contato com a água do viveiro, porém, vários processos de degradação física e química começarão imediatamente a ocorrer, acelerando a sua taxa de degradação.

Isso é uma das razões que explicam porque não é fácil manter a estabilidade das rações dentro do viveiro. O camarão consome a ração somente enquanto esta ainda apresenta boa consistência e libera aromas atrativos na água. No entanto, assim que iniciar o seu processo hidrólise, ocorrerá a dissolução de boa parte de seus componentes e, após algum tempo, a ração passa a ser desprezada pelo camarão.

Se não forem retirados dos viveiros, os restos de ração passam a se acumular no fundo, na forma de matéria orgânica residual, juntamente com as fezes dos camarões, além dos seres que morrem no viveiro, inclusive alguns camarões.

Alguns destes compostos orgânicos são de fácil decomposição, como açúcares simples, proteínas e gorduras. Por outro lado, componentes estruturais das plantas,

como a lignina e os taninos, são de difícil degradação, porque são constituídos de celulose (um polissacarídeo que confere uma estrutura fibrosa as células vegetais). Por isso, a taxa e a velocidade da decomposição da matéria orgânica presentes nos viveiros são determinadas justamente pelo balanço entre compostos simples e complexos. Estes parâmetros também podem ser alterados pela temperatura, pelo pH e pela concentração de oxigênio disponível no meio aquático.

4.1.3 A eficiência na assimilação da matéria orgânica

Em qualquer metabolismo biológico, inclusive no das bactérias, existem perdas energéticas. Por isso, as bactérias não são capazes de utilizar todo o carbono presente no substrato para compor sua biomassa.

Pesquisadores estimam que, de um modo em geral, esta eficiência de assimilação das bactérias varie de 10 a 60% ⁴⁹. Assim, considerando que a matéria orgânica tem, em média, 50 % de carbono, isso significa que para cada 100 g, de um substrato orgânico, são produzidas de 5 a 30 g de biomassa bacteriana.

4.1.4 A relação C:N

A relação entre a quantidade de carbono e a quantidade de nitrogênio presente em um determinado substrato orgânico tem uma importância enorme, que transcende a própria aquicultura. A chamada relação C:N é estudada pela engenharia ambiental, no tratamento de efluentes domésticos e industriais, pela indústria de laticínios, na produção de queijos e derivados, pela bovinocultura, no equilíbrio da flora ruminal, e inúmeras outras áreas que utilizam bactérias para obtenção de um determinado produto ou efeito benéfico.

A capacidade natural do ambiente em processar a matéria orgânica pode ser influenciada por variáveis ambientais, biológicas e físicas. Uma das principais variáveis é a quantidade de bactérias heterotróficas presentes no substrato (no caso da aquicultura, o solo e a água). Quanto maior for a densidade de bactérias capazes de processar a matéria orgânica, maior será a velocidade do processamento. Pode-se estimular o crescimento das populações de bactérias através do ajuste na proporção de carbono em relação à quantidade de nitrogênio presente neste substrato.

A biomassa bacteriana, considerando apenas a sua matéria seca, é composta em sua maior parte por carbono (C) e nitrogênio (N), em uma proporção de 50% de C e 10% de N. Ou seja, considera-se que a biomassa bacteriana apresenta uma relação C/N de 5 partes de C para 1 de N (ou 5:1) ⁵⁰. Em uma situação onde o substrato orgânico apresente proporção próxima a essa em relação, as bactérias se multiplicarão na sua capacidade máxima.

Ocorre que esta relação raramente é mantida, durante os cultivos. Em viveiros sob regime semi-intensivo, a maior parte do carbono introduzido acaba decantando e se concentrando do solo, enquanto o nitrogênio se dissolve na água, e acaba sendo perdido pelas trocas de água ou evaporado para atmosfera.

Já viveiros e tanques em regimes mais intensivos, onde os camarões são submetidos a programas alimentares mais rigorosos e mais ricos em proteína, a tendência é o oposto, ou seja, o aumento das concentrações de nitrogênio na água em relação às de carbono.

Em qualquer dos casos, estando a relação C:N muito alta ou muito baixa, haverá uma maior dificuldade para o desenvolvimento das populações bacterianas. Isso não significa que não haverá bactérias agindo para decompor aquele substrato, mas sim que a sua capacidade de multiplicação e a sua consequente velocidade de decomposição dessa matéria orgânica serão menores.

É importante notar que esta é uma relação estequiométrica ⁵¹. Isto significa que, muito além de uma questão da quantidade de cada elemento separadamente, o que influencia é a quantidade de cada elemento em relação ao outro. Por exemplo, se houver proporcionalmente menos carbono que nitrogênio na água, ao invés de simplesmente ocorrer o crescimento bacteriano até que seja exaurido completamente todo o carbono, o que se observa é que todo o crescimento bacteriano passará a ser limitado. No exemplo, o C é o fator limitante, mas ocorre a mesma coisa se faltar nitrogênio no substrato.

Ao se ajustar a relação C:N do substrato, adicionando C em situações de excesso de N, ou vice-versa, é possível se aproximar da relação ótima para a atividade bacteriana. Nestes casos, o desenvolvimento das bactérias heterotróficas é estimulado e, em pouco tempo, o número de células bacterianas presentes aumenta exponencialmente no substrato, permitindo o processando de cargas orgânicas muito mais altas.

4.1.5 Actinomicetos

Os actinomicetos são bactérias Gram positivas de aspecto filamentososo e que desempenham importante papel na degradação de compostos de difícil decomposição e compostos químicos prejudiciais para o ambiente, como os pesticidas. Também são conhecidos como actinobactérias e se caracterizam por apresentar características intermediárias entre bactérias e fungos, como a presença de um micélio unicelular, composto de hifas ramificadas (Figura 40).

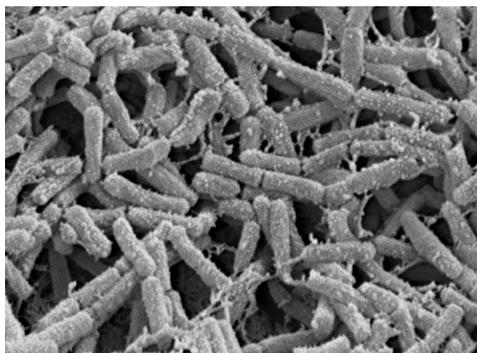


Figura 40. Actinomicetos, também conhecidos como actinobactérias. Fonte: Embrapa.

4.1.6 Fungos

Os fungos (Figura 41) são muito diferentes das bactérias. O reino Fungi, que inclui as leveduras, os bolores e os cogumelos, pertence ao domínio Eukarya ⁴, o mesmo dos animais e das plantas.

Uma grande diferença entre fungos e bactérias é o fato de as células dos fungos terem paredes celulares que contêm quitina e β -glucanos, ao contrário das células bacterianas, que contêm lipopolissacarídeos (LPS). Estas duas substâncias provocam respostas diferentes no sistema imunológico dos camarões.

Geralmente se desenvolvem bem em solos com pH entre 4,5 e 5,5. Por isso, sua presença é indicadora de solos ácidos. Com o aumento do pH, cai o número de fungos e aumenta o de bactérias e de actinomicetos.

Tanto os fungos quanto os actinomicetos apresentam menor eficiência na assimilação de carbono, o que significa dizer que não degradam completamente os resíduos orgânicos, como fazem as bactérias.

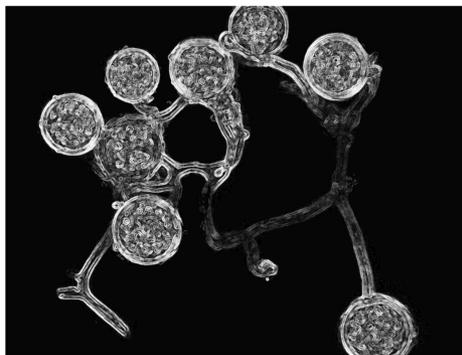


Figura 41. Fungo de solo visto ao microscópio.

4.2 O plâncton

O plâncton pode ser dividido em bacterioplâncton (bactérias que habitam a coluna d'água), protozooplâncton (composto por protozoários, que são microrganismos eucarióticos, geralmente unicelulares e heterotróficos), fitoplâncton (composto por microrganismos fotossintetizantes unicelulares) e o zooplâncton (composto principalmente por diminutos animais multicelulares ou unicelulares). Neste livro o protozooplâncton será inserido em zooplâncton.). Em comum entre si, estes organismos apresentam pouca ou nenhuma capacidade de deslocamento horizontal na coluna d'água, flutuando ao sabor das ondas ou correntes, desde a superfície até próximo ao fundo dos viveiros.

4.2.1 Bacterioplâncton

O bacterioplâncton é composto pelas bactérias que se mantêm em suspensão na coluna d'água. É considerado um componente chave nas teias alimentares de ambientes aquáticos, principalmente devido à extraordinária diversidade de suas vias metabólicas. O fato de serem capazes de processar substratos orgânicos e inorgânicos com grande eficiência e versatilidade faz das bactérias um item fundamental para o equilíbrio dos viveiros de cultivo.

⁴ Organismos cujas células apresentam um núcleo individualizado, protegido por uma membrana e com citoplasma organizado.

Estudos mostram que, em ambiente natural, cerca de 40% da produção primária fitoplanctônica é exercida pelo metabolismo bacteriano ⁵², o que evidencia a importância das bactérias no ciclo do carbono. É por isso que, além do fitoplâncton, o bacterioplâncton também pode ser considerado um reservatório de biomassa em um viveiro de cultivo de camarão.

4.2.2 Fitoplâncton

O termo fitoplâncton é frequentemente usado como sinônimo de microalgas, porém isso não é muito preciso em termos estritamente científicos. O termo “microalga” se refere, genericamente, aos organismos autotróficos eucariontes unicelulares. As microalgas são mais conhecidas por se dispersarem pela coluna d’água de um viveiro. Contudo, existem também grupos que se mantêm associados ao solo, como será visto adiante.

Já o termo “fitoplâncton” se refere somente a porção destas microalgas que se mantêm dispersa na coluna d’água, flutuando em função das correntes. Microalgas incluem algas azuis (mixofíceas e cianofíceas), algas verdes (clorofíceas) e, as mais importantes para os cultivos de camarões, as diatomáceas. De todos os grupos existentes, os camarões aproveitam melhor os nutrientes presentes nas diatomáceas porque elas contêm parede celular composta por sílica, que é mais vulnerável às suas enzimas digestórias ⁵³.

As microalgas do fitoplâncton são consideradas seres produtores primários porque utilizam energia química e energia luminosa como sua fonte de nutrição, não dependendo de nenhuma outra forma de vida para viver.

As microalgas são importantes nos cultivos de camarões porque:

- São as principais responsáveis pela produção e manutenção das concentrações de oxigênio na água dos viveiros. Durante o processo de fotossíntese, na presença de luz, o fitoplâncton consome o CO₂ e libera oxigênio na água.
- Por via direta ou indireta (através da produtividade secundária e da cadeia de detritos), são as maiores fornecedoras de carbono orgânico para os camarões.
- Contêm, em diferentes níveis, aminoácidos e ácidos graxos poliinsaturados, que servem como promotores de crescimento para crustáceos, além de serem precursores de hormônios e de outros compostos fisiológicos, que atuam no crescimento e na reprodução dos camarões.
- Juntamente com o bacterioplâncton, assimilam amônia e outros metabólitos tóxicos, retirando-os da água, convertendo-os em compostos orgânicos, melhorando a qualidade da água. Além disso, a presença de microalgas e bactérias heterotróficas também exerce um efeito inibitório sobre organismos patogênicos, como os do gênero *vibrio* ^{54; 55}.

Na Figura 42 estão representados alguns dos gêneros e espécies de microalgas mais comumente encontradas em viveiros de cultivo de camarões no Brasil.

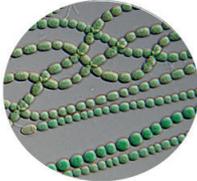
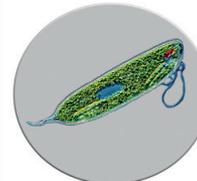
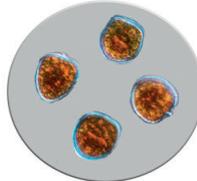
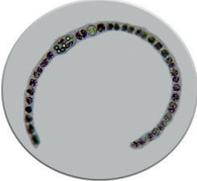
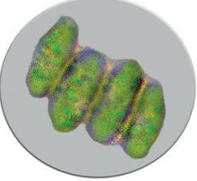
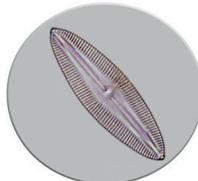
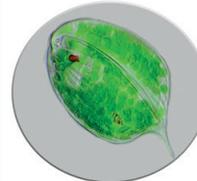
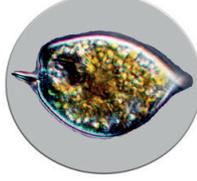
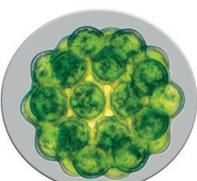
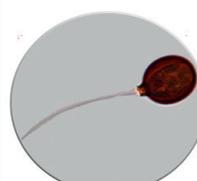
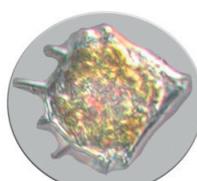
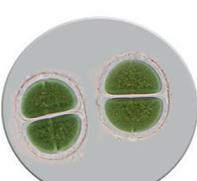
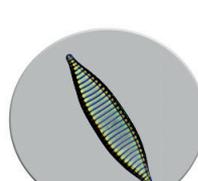
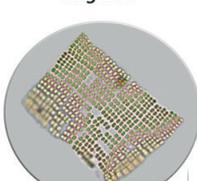
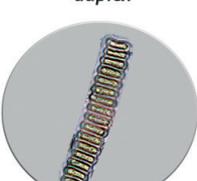
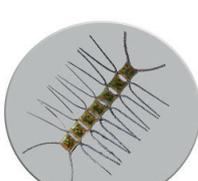
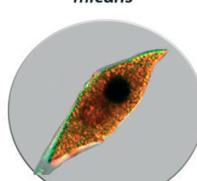
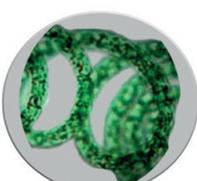
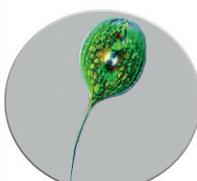
Cianobactérias	Clorofíceas	Diatomáceas	Euglenofíceas	Dinoflagelados
 <i>Anabaena</i> sp.	 <i>Closterium acutum</i>	 <i>Coscinodiscus</i> sp.	 <i>Euglena</i> sp.	 <i>Procentrum minimum</i>
 <i>Anabaena circinalis</i>	 <i>Scenedesmus acutiformis</i>	 <i>Navicula</i> sp.	 <i>Phacus</i> sp.	 <i>Scrippsiella trochoidea</i>
 <i>Microcystis panniformis</i>	 <i>Coelastrum microporum</i>	 <i>Cyndrotheca closterium</i>	 <i>Trachelomonas</i> sp.	 <i>Peridinium quinquecorne</i>
 <i>Chroococcus turgidus</i>	 <i>Pediastrum duplex</i>	 <i>Nitzschia</i> sp.	 <i>Euglena wangi</i>	 <i>Procentrum micans</i>
 <i>Merismopedia</i> sp.	 <i>Scenedesmus longus</i>	 <i>Chaetoceros</i> sp.	 <i>Lepocinclis</i> sp.	 <i>Girodinium</i> sp.
 <i>Spirulina</i> sp.	 <i>Scenedesmus quadricauda</i>	 <i>Pleurosigma</i> sp.	 <i>Phacus caudata</i>	 <i>Protoperdinium</i> sp.

Figura 42. Gêneros e espécies de organismos fitoplanctônicos encontrados em viveiros de cultivo de camarões no Brasil.

4.2.3 Zooplâncton

Em viveiros de cultivo, tanto o fito quanto o bacterioplâncton servem como alimento para um grupo de animais microscópicos que vive suspenso na coluna d'água, o chamado zooplâncton. Estes organismos são importantes elementos da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, agindo como elo entre os produtores (fitoplâncton) e os consumidores secundários da cadeia alimentar.

Nos viveiros de cultivo de camarões, o zooplâncton está representado principalmente pelos copépodes, protozoários, rotíferos, e larvas de diversos outros organismos (Figura 43), que desempenham um papel decisivo na dinâmica destes ambientes, especialmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia.

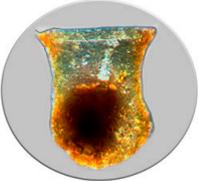
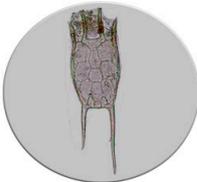
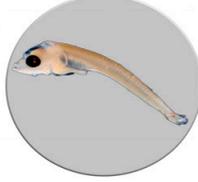
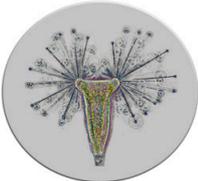
Copepodes	Protozoários	Rotíferos	Larvas diversas	Outros
 <i>Acartia tonsa</i>	 <i>Tintinnopsis sp.</i>	 <i>Epiphanes sp.</i>	 Larva de poliqueta	 Ostracoda
 <i>Euterpina acutifrons</i>	 <i>Favella ehrenbergii</i>	 <i>Brachionus plicatilis</i>	 Larva de ostra	 Chaetognatha
 <i>Parvocalanus crassirostris</i>	 <i>Zoothamnium sp.</i>	 <i>Keratella tropica</i>	 Larva de craca	 Appendicularia
 <i>Temora turbinata</i>	 <i>Oxyrrhis marina</i>	 <i>Keratella americana</i>	 Larva de caranguejo	 Taliácea
 <i>Tigriopus sp</i>	 <i>Strobilidium</i>	 <i>Lecane sp</i>	 Larva de peixe	 Anfípoda
 <i>Oithona nana</i>	 <i>Acineta</i>	 <i>Conochilus sp</i>	 Larva de inseto	 Hidrozoário

Figura 43. Grupos de organismos zooplactônicos normalmente encontrados em viveiros de cultivo de camarões no Brasil.

4.3 O Bentos

Bentos é o termo utilizado para designar a comunidade de organismos que vive em contato com o substrato de ambientes aquáticos. Esses organismos podem viver no interior do sedimento (infauna ou endofauna) ou sobre ele, fixos sobre rochas e demais tipos de substratos (epifauna), como por exemplo, as estruturas que compõem os monges dos viveiros. Os próprios camarões são considerados organismos epifaunais bentônicos.

A comunidade bentônica é bastante complexa e inclui uma grande diversidade de organismos (bactérias, fungos, plantas e animais) que podem ser classificados quanto ao seu tipo (fito ou zoobentos) e tamanhos (micro, meso, macro ou megabentos).

- O fitobentos abrange os organismos eucariontes autotróficos que classicamente eram agrupados no Reino Vegetal. Incluem microalgas, macroalgas e macrófitas (plantas aquáticas que apresentam raízes). As microalgas bentônicas também abrangem as algas azuis, as algas verdes (mais abundantes em solos ácidos) e as diatomáceas.
- O zoobentos abrange os organismos eucariontes heterotróficos, que pertenciam ao antigo reino Protista, incluindo desde animais microscópicos até aqueles visíveis a olho nu.
- O microbentos é formado por um conjunto de organismos microscópicos (bactérias, protozoários e microalgas), geralmente de vida livre, móveis e que possuem até 0,063 mm.
- O mesobentos é formado por organismos entre 0,063 e 1 mm, que geralmente vivem enterrados no sedimento. Esses organismos podem viver livres no sedimento ou dentro das estruturas por eles construídas. Nesse grupo estão muitos moluscos, crustáceos e vários tipos de poliquetas. No mesobentos há ainda uma população temporária de larvas e juvenis de organismos que irão compor a macrofauna bentônica quando se tornarem adultos.
- O macrobentos (organismos entre 1 e 10 mm) e o megabentos (organismos maiores que 10 mm) são formados por animais visíveis a olho nu, como a maior parte dos caranguejos e camarões, equinodermos, larvas de insetos, poliquetas e até algumas espécies de peixes.

Além de participarem diretamente do processo de ciclagem da matéria orgânica presente no fundo dos viveiros, os organismos bentônicos (Figura 44) constituem geralmente uma rica e importante fonte de alimentos naturais para os camarões cultivados.

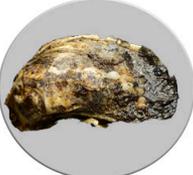
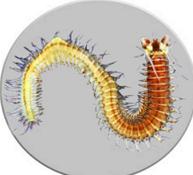
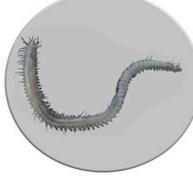
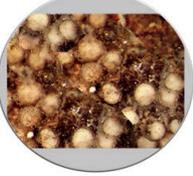
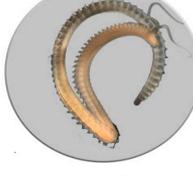
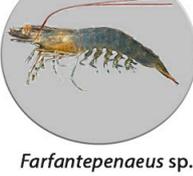
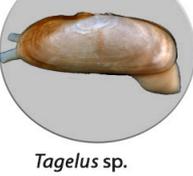
Poliquetas	Crustáceos	Insetos	Moluscos	Outros
 <i>Capitella</i> sp.	 <i>Callinectes sapidus</i>	 Libellulidae	 <i>Crassostrea gasar</i>	 Nematóides
 <i>Nereis</i> sp.	 Corophidae	 Hydropsychidae	 <i>Heleobia australis</i>	 Foraminíferos
 <i>Polydora</i> sp.	 <i>Panopeus</i> sp.	 Notonectidae	 <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	 Esponjas
 <i>Streblospio</i> sp.	 <i>Balanus</i> sp.	 Elmidae	 <i>Mytella</i> sp.	 Nemertinos
 Spionidae	 <i>Gammarus</i> sp.	 Perlidae	 <i>Neritina</i> sp.	 Brizoários
 <i>Namalycastis</i> sp.	 <i>Farfantepenaeus</i> sp.	 Ceratopogonidae	 <i>Tagelus</i> sp.	 Ascídias

Figura 44. Grupos de organismos bentônicos encontrados em viveiros de cultivo de camarões no Brasil.

4.4 Referências bibliográficas

- 1 GAMBOA-DELGADO, J.; MOLINA-POVEDA, C.; CAHU, C. Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) as a function of body weight. **Aquaculture Research December**, v. 34, n. 15, p. 1403-1411, 2003. Disponível em: <<http://www.ifremer.fr>>.
- 2 CHEN, I. A.; WALDE, P. From self-assembled vesicles to protocells. **Cold Spring Harb Perspect Biol**, v. 2, n. 7, p. 1-13, 2010. ISSN 1943-0264 Disponível em: <<http://cshperspectives.cshlp.org>>.
- 3 RAMPELOTTO, P. H. Extremophiles and extreme environments. **Life** v. 3, n. 3, p. 482-5, 2013. ISSN 20751729. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov>>.
- 4 SORIN, S.; PANISSET, M. **A New bacteriology**. Jones & Bartlett Learning, 1983. 140p. ISBN 9780867200256.
- 5 BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.
- 6 WERKMAN, C. H.; WILSON, P. W. **Bacterial physiology**. Elsevier, 2013. ISBN 1483274853.
- 7 LIU, H. et al. Quorum sensing in vibrio and its relevance to bacterial virulence. **Journal of Bacteriology and Parasitology**, v. 4, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.omicsonline.org/>>.
- 8 BRATBAK, G. Bacterial biovolume and biomass estimations. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 49, n. 6, p. 1488-1493, 1985. ISSN 0099-2240.
- 9 AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3-4, p. 227-235, 1999. ISSN 0044-8486.

- 10 GRIFFITHS, B. S.; SPILLES, A.; BONKOWSKI, M. C:N:P stoichiometry and nutrient limitation of the soil microbial biomass in a grazed grassland site under experimental P limitation or excess. **Ecological Processes**, v. 1, n. 1, p. 6-6, 2012. Disponível em: <<http://ecologicalprocesses.springeropen.com>>.
- 11 JORGENSEN, S. E.; VOLLENWEIDER, R. A. Técnicas para resolução de problemas. . In: TUNDISI, J. G. (Ed.). **Diretrizes para Gerenciamento de Lagos**. São Carlos, SP: Instituto Internacional de Ecologia, v.1, 2000. p.87-102.
- 12 KENT, M.; BROWDY, C. L.; LEFFLER, J. W. Consumption and digestion of suspended microbes by juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 319, n. 3-4, p. 363-368, 2011. ISSN 00448486.
- 13 NAKAYAMA, T.; LU, H.; NOMURA, N. Inhibitory effects of bacillus probionts on growth and toxin production of *Vibrio harveyi* pathogens of shrimp. **Letters in Applied Microbiology**, v. 49, n. 6, p. 679-84, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>>.
- 14 MOLINA-CÁRDENAS, C. A.; SÁNCHEZ-SAAVEDRA, M. D. P.; LIZÁRRAGA-PARTIDA, M. L. Inhibition of pathogenic vibrio by the microalgae *Isochrysis galbana*. **Journal of Applied Phycology**, v. 26, n. 6, p. 2347-2355, 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com>>.

Parâmetros físicos e químicos determinantes da qualidade ambiental em viveiros de cultivo de camarões

Antonio Ostrensky
e Ubiratã Assis Teixeira da Silva

A **Resolução CONAMA nº 312/2002**, que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura em zona costeira, estabelece que os seguintes parâmetros hidrobiológicos devam ser monitorados, em numa frequência mínima trimestral: material em suspensão; transparência; temperatura; salinidade; OD; DBO, pH; N-Amônia; N-Nitrito; N-Nitrato; P-Fosfato, Si-Silicato, clorofila “a” e coliformes totais.

Apesar dessa determinação, a resolução não define limites ou critérios que deverão ser respeitados em relação a nenhum desses parâmetros, apenas estabelecendo que o produtor deve realizar tal monitoramento. Nem mesmo a **Resolução CONAMA 357/2005**, que trata especificamente da classificação dos corpos de água e sobre as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes, define limites ou critérios para a maioria desses parâmetros (vide Tabela 6).

Tabela 6. Limites máximos dos parâmetros hidrobiológicos definidos na Resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetro	Águas Salobras	Águas Salinas
Material em suspensão	Não definido	Não definido
Transparência	Não definido	Não definido
Temperatura	Não definido	Não definido
Salinidade	0,5 a 30 ups	> 30 ups
OD	> 5 mg/L	>5 mg/L
DBO	Não definido	Não definido
pH	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Parâmetro	Águas Salobras	Águas Salinas
N-Amônia	0,40 mg/L	0,40 mg/L
N-Nitrito	0,07 mg/L	0,07 mg/L
N-Nitrato	0,40 mg/L	0,40 mg/L
P-Fosfato	0,124 mg/L	0,062 mg/L
Si-Silicato	Não definido	Não definido
Clorofila a	Não definido	Não definido
Coliformes totais	Não definido	Não definido

Tem-se, portanto, uma lacuna regulatória em relação aos parâmetros determinantes da qualidade ambiental. Os órgãos ambientais exigem um monitoramento, mas não estabelecem padrões a serem respeitados. Além disso, a eficiência ou utilidade de um monitoramento ambiental realizado com frequência trimestral é bastante questionável.

Explicando melhor. Qual seria a importância de se obter, a cada três meses, um dado acerca da temperatura, do pH ou do oxigênio dissolvido, de um viveiro de cultivo, se estas variáveis se alteram, não só diariamente, mas a cada horário do dia? Ou então, por que monitorar um parâmetro como coliformes totais, que nada tem de específico com a carcinicultura?

Levando aqui ao pé da letra o lema "legislação não se discute, apenas se cumpre", é importante recomendar aos carcinicultores que não deixem de realizar os programas de monitoramento ambiental exigidos pelos órgãos ambientais.

Apesar disso, muito além de cumprir uma legislação confusa e pouco eficiente, o produtor pode se beneficiar, e muito, com um monitoramento frequente das demais variáveis, que tem (estas sim) muita relevância ambiental. Isso possibilitará ao produtor conhecer e compreender os processos físicos, químicos e biológicos que acontecem nos seus viveiros a cada ciclo de produção.

Por outro lado, não adianta nada para o produtor investir recursos financeiros e tempo medindo e registrando parâmetros de qualidade de água e de solo em sua propriedade, em uma frequência superior ao determinado pela legislação, se os dados gerados não servirem para a otimização do próprio processo produtivo.

A seguir, os parâmetros exigidos pela **Resolução CONAMA nº 312/2002**, bem como outros de relevância ambiental e também para a carcinicultura (sintetizados na Tabela 7) serão apresentados e discutidos.

Tabela 7. Principais parâmetros de qualidade da água, a importância/viabilidade de monitoramento no dia a dia de uma carcinicultura e o grau potencial de impacto ambiental causado pela carcinicultura (* muito baixo/baixo, ** médio, *** alto).

Parâmetro	Importância de monitoramento da carcinicultura	Potencial Impacto ambiental
Acidez	*	*
Amônia	**	***
Clorofila "a"	**	***
Coliformes totais	*	*
Cor	*	**
DBO	*	***
Dureza	*	*
Fosfato	**	***
Material em suspensão	**	***
Nitrato	**	***
Nitrito	**	**
OD	***	***
pH	***	***
Salinidade	***	*
Silicato	**	*
Sólidos dissolvidos	*	**
Temperatura	***	*
Transparência	***	***
Turbidez	**	***

5.1 Temperatura

É importante lembrar que os camarões são ectotérmicos, ou seja, são animais cujo metabolismo e a temperatura corporal sofrem influência direta da temperatura ambiente. Por esta razão, dentro dos limites de conforto para cada espécie, água com maior temperatura acelera as atividades metabólicas do camarão, enquanto que as atividades são diminuídas quando as temperaturas sofrem queda. Por isso, a temperatura é um dos parâmetros mais importantes para determinação do consumo de ração e da velocidade de crescimento dos camarões cultivados.

A cada 10 °C de aumento ou de redução na temperatura da água, em relação ao mínimo tolerável pela espécie, a velocidade de crescimento dos camarões pode dobrar ou cair pela metade⁵⁶. Esta resposta, no entanto, é dependente da idade do animal. Camarões pequenos e médios (até 15 g) crescem proporcionalmente melhor em temperaturas mais altas até próximo do limite ideal superior (por volta de 30 °C). Já camarões maiores (>15 g) crescem melhor em temperaturas mais amenas, em torno de 27 °C⁵⁷.

Cultivos de *L. vannamei*, realizados na região Sul do Brasil, apresentam problemas ligados à redução das taxas de crescimento e até de aumento das taxas de mortalidade, o que exige um planejamento rigoroso por parte dos produtores, de modo a aproveitar melhor as épocas mais quentes do ano.

Mas, as questões ligadas à temperatura da água não se limitam à sazonalidade climática ou à constatação - óbvia - de que a região Nordeste é mais propícia ao cultivo de camarões que as regiões Sul ou Sudeste.

A temperatura da água depende da temperatura atmosférica e da radiação solar, sendo que a maior parte da absorção dessas formas de energia se dá na superfície do viveiro. Assim, ao se aquecer, a camada mais superficial se torna menos densa que a camada mais profunda, gerando dois estratos de água com características diferentes (Figura 45).

Este fenômeno é chamado de estratificação. As duas camadas de água possuem densidades diferentes e por isso não se misturam facilmente. São separadas por uma zona de transição chamada de “termoclina”, em que a temperatura decresce rapidamente e separa a camada mais quente (acima), de uma camada mais fria (abaixo).

O fitoplâncton se concentra naturalmente nas camadas mais superficiais da coluna d’água, onde a incidência de luz é maior. Quando a coluna d’água sofre o processo de estratificação, a camada superficial, conhecida como epilímnio, funciona como uma zona produtora de oxigênio e de matéria orgânica. Já a camada inferior (hipolímnio), funciona como uma zona de consumo, tanto de matéria orgânica como de oxigênio dissolvido. Não havendo mistura entre as camadas, o oxigênio produzido na superfície não chegará até o fundo, onde estão os camarões. Além disso, os compostos tóxicos que são produzidos durante a decomposição da matéria orgânica não se dispersarão facilmente, concentrando-se próximo ao fundo do viveiro, reduzindo a qualidade da água e diminuindo as condições para a sobrevivência dos camarões. Por isso, como foi explicado anteriormente, viveiros de cultivo de camarões não devem ser muito profundos. Quanto maior a profundidade, maior o risco de ocorrerem estratificações.

Geralmente os ventos podem fazer com que as camadas de água se misturem, mas, dependendo das condições ambientais, isso pode não ocorrer. Quanto maior for a estratificação, maior será a quantidade de energia requerida para misturar a água do viveiro. Para quebrar essa estratificação é necessário o uso de aeradores que, além de aumentar a concentração de oxigênio nas camadas inferiores da água, podem reduzir ou eliminar também as estratificações térmicas nos viveiros.

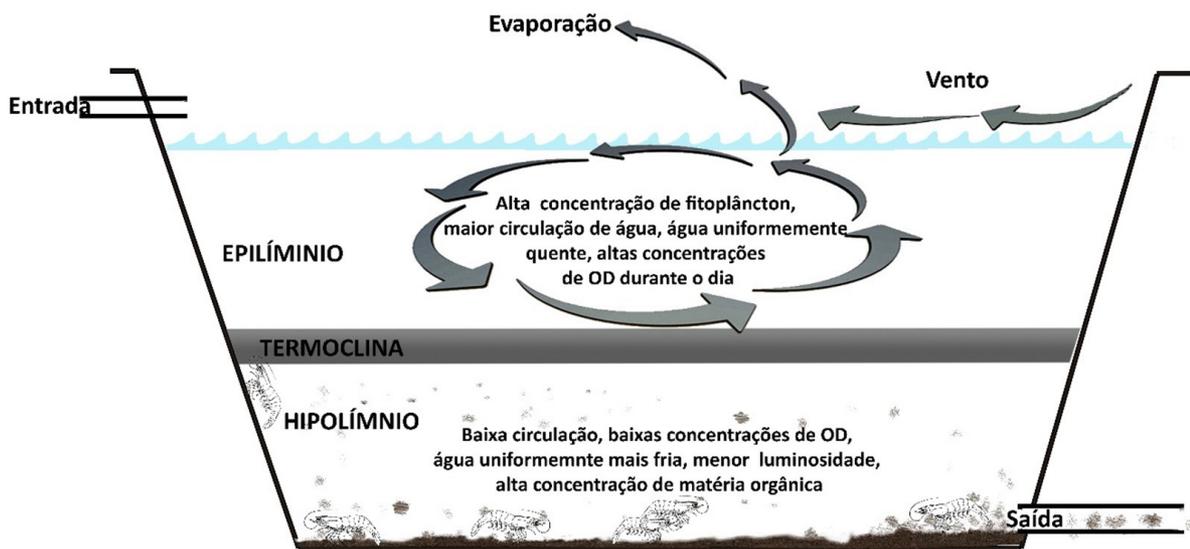


Figura 45. Processos biológicos, físicos e químicos que acontecem em viveiros sob estratificação térmica.

5.2 Salinidade

O termo salinidade se refere à concentração de todos os íons presentes na água, e não apenas ao cloreto de sódio, como muitos pensam. A salinidade é o resultado da presença de diversos íons de sais dissolvidos na água, como cloretos, sódio, magnésio, sulfato, cálcio, potássio, bicarbonatos e outros tantos, mesmo que em quantidades minúsculas.

A salinidade é medida em partes de sal por mil partes de água (ppmil) ou pela unidade adimensional UPS (Unidade Prática de Salinidade). O oceano, por exemplo, apresenta cerca de 35 g de sais dissolvidos por litro de água, descrito como 35 partes por mil (ppmil ou ‰) ou 35 UPS.

Todas as espécies aquáticas possuem uma determinada concentração de sais no citoplasma de suas células. Quando são imersas em águas com concentrações de sal diferentes das suas, o animal pode sofrer o que é chamado de choque osmótico. Para se adaptar aos ambientes com diferentes concentrações de sal, a maioria dos animais aquáticos desenvolveu processos de osmorregulação (controle das concentrações de sais nos tecidos ou células vivas a fim de manter as condições adequadas à atividade metabólica).

Se o meio circundante for mais diluído que seu sangue (por exemplo, quando o animal está em água com baixíssima salinidade ou mesmo doce), a água tende a penetrar no corpo desse animal através de superfícies semipermeáveis, como brânquias e regiões do tecido epidérmico mais delgadas. Através do processo de osmorregulação, a água em excesso é então eliminada do corpo, enquanto os sais são retidos, para manter a osmolaridade do plasma sanguíneo.

Se o ambiente for mais concentrado, ocorre o contrário: os animais tendem a perder água para o meio. Neste caso, para realizar a osmorregulação, os animais precisam desenvolver formas de ingerir água enquanto excretam o excesso de sais. Isto visa evitar o acúmulo excessivo de íons em seus fluidos corporais e conseqüentemente a desidratação celular.

Diferentes espécies evoluíram, ao longo do tempo, capacidades distintas de osmorregulação. Quanto melhor for a capacidade de uma espécie em osmorregular, maior será sua distribuição espacial, pois estará apta a colonizar ambientes mais diversos ⁵⁸.

Os camarões utilizam células especiais no epitélio das brânquias, para a retenção seletiva do sal, e as chamadas glândulas antenais ou glândulas verdes (que funcionam como os rins e a bexiga dos vertebrados), para eliminação do excesso de água do corpo. Mesmo possuindo um sistema osmorregulador bastante desenvolvido, as diferentes espécies de camarão marinho apresentam significativa variação na sua capacidade de osmorregular.

Comparando com outras espécies de camarões, *L. vannamei* destaca-se pela sua grande capacidade de osmorregulação, já sendo cultivado inclusive em água praticamente doce (> de 0,5 UPS) ⁵⁹. Mas, para que isso seja viável, em termos de cultivo, os animais devem passar por um lento processo de redução gradual da salinidade (aclimatação), de modo que seu organismo consiga atingir um adequado equilíbrio osmótico ⁶⁰.

Além disso, em uma condição extrema como essa, diversos aspectos de manejo precisam ser controlados, a começar pelo próprio arraçoamento. Como o processo de osmorregulação demanda energia, há a necessidade de se utilizar rações com uma formulação diferente, tanto em termos de proteína e de energia, como diferentes concentrações de sais.

5.3 pH e acidez

Há muita confusão entre o que é pH e o que é acidez. O pH, ou potencial hidrogeniônico, é uma medida da concentração de íons de hidrogênio (H^+) na água. A acidez da água se refere à sua capacidade de reserva para gerar íons de hidrogênio adicionais, o que acontece através de vários processos químicos. Dessa forma, enquanto o pH é um parâmetro relativo à “intensidade”, a acidez é relacionada à “capacidade”. Desse modo, para se elevar o pH da água é preciso neutralizar sua acidez.

Todas as moléculas, incluindo a água, em um dado momento podem se dissociar, mas o resultado não é a separação de seus átomos, e sim, a formação de dois grupos de “íons”, compostos por um ou mais átomos, com cargas elétricas idênticas, mas opostas. O grupo de átomos com carga positiva é chamado de cátion e o grupo com carga negativa é chamado de ânion.

Estas reações de dissociação e associação ocorrem o tempo todo, tanto em uma direção (dissociação) quanto na outra (associação). Algumas condições ambientais, no entanto, favorecem que a reação ocorra mais em uma determinada direção que na outra.

A molécula de água possui um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio (H₂O). Quando se dissocia, gera-se um ânion de carga negativa, formado pela ligação entre um átomo de hidrogênio e um de oxigênio (OH⁻) e recebendo o nome de hidroxila (ou oxidrila). Por outro lado, um cátion com carga positiva representado pelo átomo de hidrogênio (H⁺) fica sozinho.



Quando separados, os íons positivos (H⁺) reagem como ácidos e os íons negativos (OH⁻) como bases. Na água pura, sem nenhum outro elemento presente, os íons positivos estão em perfeito equilíbrio numérico com os íons negativos. Diz-se então que esta água é neutra. Na água pura, a soma das concentrações de H⁺ e de OH⁻ é de 10⁻¹⁴ mol. Assim, uma água neutra apresenta 10⁻⁷ mol de H⁺ e 10⁻⁷ mol de OH⁻. Por definição, pH é o logaritmo, na base 10, da concentração dos íons H⁺ existentes na água. Então, em uma água neutra, matematicamente tem-se que:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10} [\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log_{10} [10^{-7}] \\ \text{pH} &= -[-7] \\ \text{pH} &= 7 \end{aligned}$$

Isso é verdade para água pura, sem nenhuma outra substância diluída nela. No entanto, na presença de outros elementos dissolvidos na água (gás carbônico, carbonatos, nutrientes, etc.), algumas reações químicas podem ocorrer entre os íons dissociados, tanto os da molécula da água quanto das substâncias dissolvidas. Isso pode fazer com que um dos íons da molécula d'água possa ser sequestrado da solução onde está para dentro da reação, fazendo com que o outro íon sobre em concentrações mais altas, desequilibrando a relação entre eles.

Se sobrar mais íons de hidrogênio, a água se tornará ácida e o pH será menor que 7, podendo chegar a 0. Do contrário, se houver mais íons negativos, a água se tornará alcalina, o pH será maior que 7, podendo chegar, no máximo, a 14.

No entanto, é muito importante entender que esta escala de pH, de 0 a 14, é logarítmica, ou seja, em uma mesma solução, se o pH medido for 7, significa que a concentração de íons H⁺ nela será 10 vezes maior que em uma solução com pH 6.

pH

Todas as funções enzimáticas dos camarões acontecem em valores bastante estreitos de pH. Portanto, se o pH da hemolinfa variar, as enzimas podem simplesmente deixar de funcionar e, com isso, o metabolismo desses animais entrar em colapso.

Alterações no pH na água de cultivo podem também afetar o funcionamento branquial dos camarões, prejudicando o equilíbrio osmótico e a respiração dos animais.

Por isso, valores extremos ou mesmo grandes variações muito rápidas de pH, podem causar mortalidades massivas, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento.

Além disso, o pH também aumenta a toxicidade de vários poluentes comuns, como a amônia e os metais pesados.

Os limites aceitáveis de pH para a produção de organismos aquáticos, em geral, variam entre 6 a 8, embora alguns organismos possam sobreviver a valores fora dessa faixa.

5.4 Alcalinidade

Assim como acidez e pH ácido são coisas distintas, alcalinidade e pH alcalino também o são. Como discutido anteriormente, em uma solução aquosa, o pH pode variar se houver um desequilíbrio nas concentrações do íon H^+ em relação ao OH^- . Determinadas substâncias, quando dissolvidas na água, têm a capacidade de se ligar a estes íons que estão em excesso e, com isso, fazer com que o pH tenda a se neutralizar novamente. Utiliza-se o termo “alcalinidade” ou “reserva alcalina” para se referir à quantidade destas substâncias capazes de “tamponar” a variação de pH. A alcalinidade de uma solução se deve principalmente à presença de íons carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, a outros íons como hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia. Estas substâncias são conjuntamente conhecidas como “bases tituláveis” e são capazes de neutralizar ácidos fracos que estejam presentes na água. O termo “alcalinidade total” se refere então à soma da alcalinidade produzida por todos esses íons.

A medida das concentrações das bases tituláveis (principalmente, carbonatos e bicarbonatos) existentes na água é expressa em partes por milhão (ppm) ou miligramas por litro (mg/L) de carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Quanto maior for esta reserva alcalina, maior será seu “poder tampão”, ou seja, sua capacidade de neutralizar o pH.

Em aquicultura, uma das fontes mais comuns de variação do pH da água dos viveiros é o metabolismo respiratório das formas de vida presentes (camarões, bentos, bactérias, fito e zooplâncton). Um dos principais produtos finais do processo respiratório aeróbico é o gás carbônico (CO₂). Os organismos absorvem O₂ em suas células e expelem CO₂. As principais responsáveis por esse processo de formação de CO₂ em um viveiro são as bactérias decompositoras de matéria orgânica.

Em presença de água, o CO₂ forma ácido carbônico e, em seguida, dissocia-se para formar íons carbonatos (CO₃²⁻) e bicarbonatos (HCO₃⁻), o que libera íons H⁺ em excesso.



Por isso, durante a decomposição dos resíduos orgânicos, o pH da água tende sempre a cair, pois quanto mais CO₂ existir no meio, mais a reação abaixo tende a ser deslocada para a direita, liberando íons H⁺.

Analisando a reação descrita acima, fica mais fácil compreender que quando as concentrações de carbonato e de bicarbonato são elevadas, o equilíbrio tende a se deslocar para a esquerda, reduzindo as concentrações de íons H⁺e, conseqüentemente, elevando o pH.

Quase sempre, esses íons carbonatos e bicarbonatos são resultantes da dissociação de sais de cálcio e magnésio (carbonato de cálcio, bicarbonato de cálcio, carbonato de magnésio e bicarbonato de magnésio). A formação de compostos de outros elementos, como ferro e potássio, é mais rara, mas possível.

Quanto maior for a alcalinidade da água, mais íons carbonato e bicarbonato ela conterá e maior será sua capacidade de tamponar reações, impedindo que o pH sofra variações extremas. Assim, em um corpo de água salgada, em que a alcalinidade esteja elevada, o pH irá variar mais ou menos entre 7,5 – 8,0, enquanto em uma água de baixa alcalinidade poderá variar até entre 6,0 –10 (Figura 46).

A própria atividade fitoplanctônica pode alterar radicalmente o pH da água. Ao consumir o CO₂, durante a fotossíntese, as microalgas provocam uma redução nas concentrações de íons H⁺ na água, elevando o seu pH. À noite, quando a respiração supera a fotossíntese, mais CO₂ é liberado na água, provocando o aumento das concentrações de íons H⁺e a redução do pH. Estas variações estressam os camarões, afetando negativamente o seu crescimento e as taxas de sobrevivência.

Para o bom desenvolvimento de um cultivo, a água deverá apresentar alcalinidade de pelo menos 60 mg/L de CaCO₃, e preferencialmente, mais 100 mg/L de CaCO₃. Tal valor é suficiente para manter o pH da água variando dentro de limites de conforto para os camarões e para fazer com que a fertilização dos viveiros tenha sucesso ⁶¹.

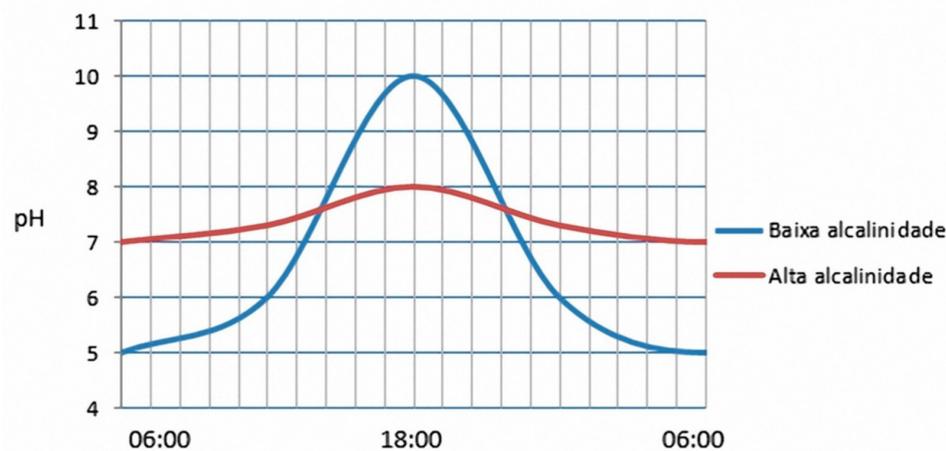


Figura 46. Variação do pH na água dos viveiros em relação à reserva alcalina (alcalinidade).

Como será discutido adiante, a correção da alcalinidade pode ser realizada através da adição de diferentes compostos calcários, processo conhecido como calagem. A calagem pode ser feita diretamente no solo, com o viveiro seco, ou diretamente na água, durante o cultivo. Ao se realizar as calagens, adicionam-se produtos ricos em carbonatos e bicarbonatos, fazendo com que a reserva alcalina da água de cultivo aumente e o pH da água torne-se mais estável.

5.5 Dureza

A dureza é uma medida da concentração de íons divalentes (carga elétrica 2^+), derivados de sais de metais alcalino terrosos, dissolvidos na água. Na maioria das vezes, ela é determinada pelas concentrações de cálcio e de magnésio e, mais raramente, de metais como bário, ferro, manganês, estrôncio e zinco (Tabela 8).

Tabela 8. Classificação das águas segundo sua dureza.

Classificação	Dureza (mg/L de CaCO_3)
Muito mole	0-70
Mole (branda)	70-135
Média dureza	135-200
Dura	200-350
Muito dura	>350

L. vannamei é uma espécie que se caracteriza como uma potente osmorreguladora, tolerando rápidas e amplas flutuações na concentração de sais na água. Mesmo assim, os camarões peneídeos necessitam de uma concentração mínima de minerais dissolvidos para manter o seu equilíbrio osmótico.

Por isso, um fator-chave para o cultivo de *L. vannamei* em águas oligohalinas é justamente a dureza, pois ela irá afetar diretamente a capacidade de osmorregulação e de formação do exoesqueleto dos camarões. Assim, apesar de suportar águas com baixa salinidade, a dureza não deve ser inferior a 50 mg/L de CaCO_3 ⁶¹, mesmo em cultivos em águas oligohalinas.

É comum haver uma certa confusão entre os parâmetros dureza e alcalinidade, principalmente porque o cálcio e o magnésio geralmente estão presentes na água na forma de carbonato e bicarbonato. Além disto, tanto a alcalinidade quanto a dureza são medidas em mg/L de CaCO_3 . Mas, é importante atentar que estes parâmetros não significam a mesma coisa. Na Tabela 9 estão sumarizadas as principais diferenças entre alcalinidade e dureza da água

Tabela 9. Diferenças entre alcalinidade e dureza.

Parâmetro	Definição	Principais responsáveis	Responsáveis secundários
Alcalinidade	Concentração de bases tituláveis na água.	Carbonatos Bicarbonatos	Fosfatos Boratos Silicatos
Dureza	Concentração de íons divalentes (carga elétrica 2^+), derivados de sais de metais alcalino-terrosos, dissolvidos na água.	Ca Mg	Ba Fe Mn Sr Zn

5.6 Material em suspensão

Material em suspensão é todo o tipo de partícula (composto por substâncias orgânicas e inorgânicas), vivo ou morto, não dissolvido, suspenso na massa d'água. Esse parâmetro é analisado através de técnicas gravimétricas (mensuradas através de pesagens).

Por definição, partículas com diâmetro maior que $0,45 \mu\text{m}$ são consideradas quimicamente em suspensão. Já as partículas com diâmetro menores são classificadas como dissolvidas. Essa definição é válida para a grande maioria dos casos, mas há que se fazer uma ressalva: há uma pequena variedade de organismos (bactérias) e materiais minerais que não estão dissolvidos e que podem passar por um filtro com porosidade de $0,45 \mu\text{m}$.

Essas partículas em suspensão reduzem a transparência da água e, portanto, afetam a

produtividade primária do viveiro. Além disso, elas apresentam uma superfície de contato importante para que ocorram reações físicas e químicas ou biológicas com a água. A quantidade e o tipo de material encontrado em suspensão em um viveiro de cultivo de camarões são bastante variáveis no espaço e no tempo, sendo altamente influenciados pelas práticas de manejo adotadas, pelo regime de chuvas e de ventos (portanto, pela hidrodinâmica local), pelo tipo de sedimento presente no viveiro e pelas áreas adjacentes à fazenda.

O material particulado em suspensão pode: a) servir de alimento para o zooplâncton, para organismos herbívoros e carnívoros do plâncton e para os próprios camarões cultivados; b) afetar a transparência da água, diminuindo a penetração de luz e reduzindo a produtividade primária; e, c) fornecer uma indicação segura da estrutura da coluna d'água, incluindo seu padrão de estratificação.

5.7 Sólidos dissolvidos

Quando a água da chuva atinge a terra, ela entra em contato com a vegetação, com o solo e com formações geológicas, dissolvendo parte do material mineral e orgânico presente nesses materiais.

O material mineral dissolvido na água é constituído em grande parte de cálcio, magnésio, sódio, silício, potássio, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos. As concentrações de outras substâncias inorgânicas dissolvidas, tais como íons de hidrogênio e hidroxila, nitrato, amônio, fosfatos, borato, ferro, manganês, zinco, cobre, cobalto e molibdênio são relativamente pequenas.

Em ambientes aquáticos, os sólidos dissolvidos são, em grande parte, de origem inorgânica, podendo, em águas marinhas, sua concentração variar desde valores próximos à zero até uma média de 34.500 mg/L. Em águas estuarinas, onde está localizada a maioria das fazendas de cultivo de camarão, os sólidos dissolvidos costumam apresentar grandes variações em relação ao seu grau de mineralização.

A maneira mais direta de avaliar a mineralização da água consiste em medir as concentrações individuais de cada um dos compostos inorgânicos dissolvidos e somá-las. Pode-se também medi-las coletivamente através da análise dos sólidos totais dissolvidos. No entanto, ambos os métodos são demorados e caros. Por isso, o grau de mineralização da água é geralmente medido de forma indireta, através de análises de salinidade e da condutividade elétrica. Quanto maior a quantidade de compostos inorgânicos dissolvidos, maior é a salinidade e maior também a condutividade elétrica dessa água.

Compostos orgânicos solúveis, por sua vez, advêm da decomposição de plantas e animais mortos e pela excreção de matéria orgânica por organismos aquáticos. Milhares de compostos orgânicos estão presentes nos ambientes aquáticos, por isso, são normalmente medidos coletivamente para facilitar a análise.

As concentrações de matéria orgânica dissolvida são mais elevadas em águas que tiveram contato com resíduos orgânicos, em águas ricas em nutrientes e em águas com elevada atividade biológica. Por esta razão, esse é um parâmetro normalmente utilizado para medir a poluição ambiental provocada por atividades humanas, inclusive a carcinicultura.

5.8 Cor, turbidez e transparência

A água pura vista em um copo, em um ambiente bem iluminado, parece ser totalmente incolor. Mas, quando se coloca uma grande quantidade dessa mesma água em um ambiente maior, como uma piscina, por exemplo, ela parece ter uma tonalidade azul. Esse fenômeno é provocado pela absorção seletiva e pela dispersão da luz que incide sobre a superfície da água.

A água tende a absorver primeiro o comprimento de onda equivalente à cor vermelha e por último o comprimento de onda equivalente à cor azul. Além disso, na água da chuva, em rios e em mares, há uma grande quantidade de substâncias dissolvidas e em suspensão que também podem afetar a cor e a transparência da água.

Por isso, a cor da água é uma característica física decorrente da existência de substâncias dissolvidas ou em estado coloidal, na maioria dos casos, de natureza orgânica. Pode originar-se de minerais ou vegetações naturais, de despejos industriais ou mesmo da aquicultura.

Há dois tipos de cor: a aparente, que se refere à determinação de cor em amostras com turbidez (em presença de material coloidal ou em suspensão); e a verdadeira, que se refere à determinação de cor em amostras sem turbidez (após filtração ou centrifugação da amostra).

Quanto maior for a quantidade de material dissolvido ou em suspensão que houver na água, maior será a fração da luz que incide sobre a superfície aquática que será absorvida. Quanto maior for a fração de luz absorvida, menor será a transparência dessa água.

Resumindo...

Cor é uma percepção visual provocada pela ação de um feixe de fótons sobre células especializadas da retina humana. Tecnicamente, ela é determinada a partir da comparação visual com soluções de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6), tingida com pequenas quantidades de cobalto (Co), usando discos de cor semelhantes à coloração das soluções feitas a partir deste composto. Pode também ser determinada através de espectrofotometria de luz. É medida em mg/L de Pt Co, ou ainda por unidade de cor (uC) ou por unidade Hazen (uH).

Transparência é uma medida da penetração de luz na água. Quanto mais transparente for a água, mais a luz consegue penetrar nessa água. É medida através do disco de Secchi e medida em centímetros ou metros.

Turbidez é uma medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais ou em suspensão na água. Quanto mais partículas, maior a turbidez. É medida através de um turbidímetro e expressa como unidade nefelométrica de turbidez (NTU – sigla em inglês para Nephelometric Turbidity Unity).

Há dois tipos básicos de turbidez em viveiros: aquele efetivamente resultante da floração de microalgas (bloom fitoplanctônico) e aquele causado pelas partículas de solo (lama) em suspensão.

A água estuarina utilizada para abastecimento dos viveiros geralmente traz quantidades variáveis de partículas de solo e de matéria orgânica, que são originários da erosão continental. Este material particulado é mantido em suspensão pela movimentação da água. Dependendo da quantidade de particulados em suspensão, a água pode apresentar diferentes níveis de turbidez.

A turbidez devido à alta carga de sólidos em suspensão é prejudicial ao cultivo. Essa turbidez sedimentar impede a penetração de luz na água e o desenvolvimento do fitoplâncton. Além disso, essas partículas em suspensão podem conter grande quantidade de matéria orgânica associada e, conseqüentemente, alta DBO.

Por isso, é necessário reduzir previamente a carga de particulados em suspensão que entra nos viveiros. Como já foi comentado, durante a instalação da fazenda, o canal de abastecimento pode ser construído de tal maneira a reduzir a velocidade da água de entrada e forçar a decantação das partículas mais pesadas.

Microalgas também podem ser consideradas, da mesma forma, como material particulado em suspensão, por isso, também contribuem para o aumento da turbidez na água. Mas, a turbidez decorrente da floração de microalgas é, dentro de certos limites, não apenas aceitável, como também desejável. Essas microalgas crescem em resposta à presença de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, dissolvidos na água. À medida que a concentração de microalgas aumenta, a coloração da água no viveiro vai passando por alterações sucessivas. No início, a coloração é semelhante à da água do canal de abastecimento. À medida que as populações de microalgas aumentam, essa coloração se torna mais intensa.

A cor da água vai variar de acordo com o grupo de microalgas predominante no ambiente. As diatomáceas são o grupo de microalgas mais desejável, devido a suas propriedades nutricionais já comentadas. Caso haja um bloom de diatomáceas no viveiro, a coloração será marrom-amarelada. O grupo das clorófitas geralmente imprime uma tonalidade verde bem clara, que com o tempo se torna amarelo-esverdeada. A transparência da água pode ser um indicador direto e simples da produtividade primária em viveiros de cultivo de camarão.

O instrumento utilizado para medir a transparência da água é o disco de Secchi. Trata-se de um disco de plástico de 20 cm de diâmetro, pintado de preto e de branco em quartos opostos. O disco pode ser preso a uma corda graduada para medição, contendo um peso para fazê-lo afundar, ou simplesmente preso a uma haste graduada rígida, o que é ideal para pequenas profundidades (Figura 47).

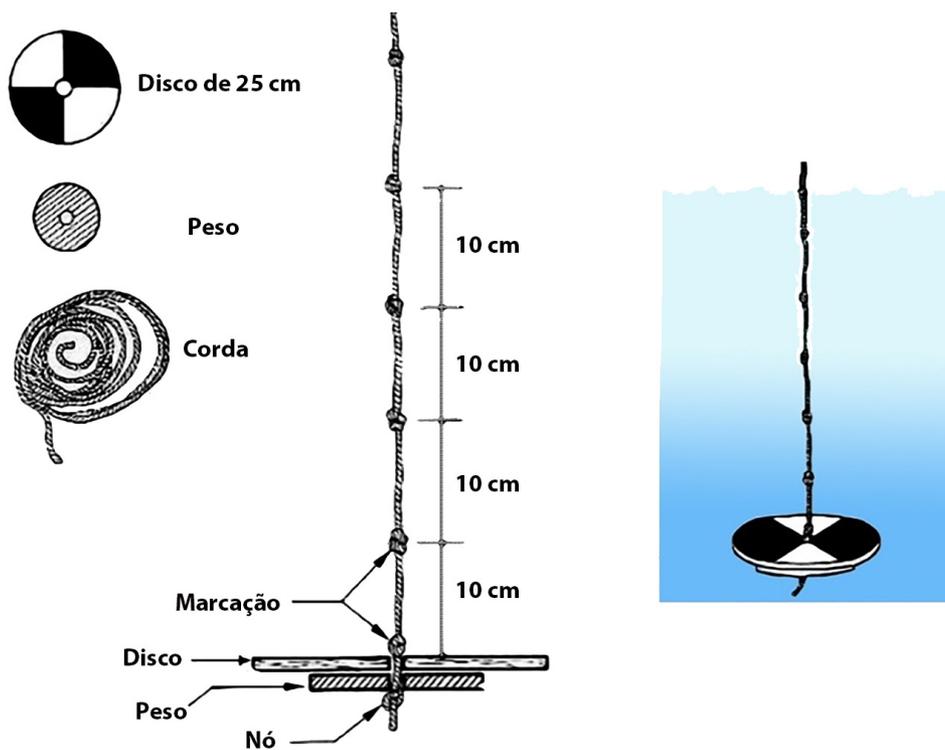


Figura 47. Disco de Secchi.

A transparência deve ser medida diariamente em cada viveiro, entre 10 e 14h. O técnico deve ficar de costas para o sol e mergulhar o disco na água, observando-o de cima. Depois, basta anotar a profundidade, em centímetros, em que não se consegue mais enxergar o disco.

Desde que a turbidez seja ocasionada pela presença de microalgas, não de lama dissolvida ou em suspensão, a medida considerada ideal da transparência da água fica geralmente entre 30 e 45 cm.

Quando a turbidez está excessiva, seja por conta das microalgas ou pela lama, as partículas presentes na água acabam absorvendo ou refletindo parte da luz solar que incide sobre o viveiro, diminuindo drasticamente a transparência da água. Com a redução da luz, o fitoplâncton reduz a fotossíntese e a produção de oxigênio.

Por outro lado, quando a transparência da água dos viveiros está excessivamente alta, a luz atinge o fundo e estimula o crescimento de macrófitas, plantas indesejáveis que podem tomar conta do viveiro. O excesso de luz é também um fator de estresse muito grande para os camarões, principalmente em função dos raios UV⁶² (Figura 48).

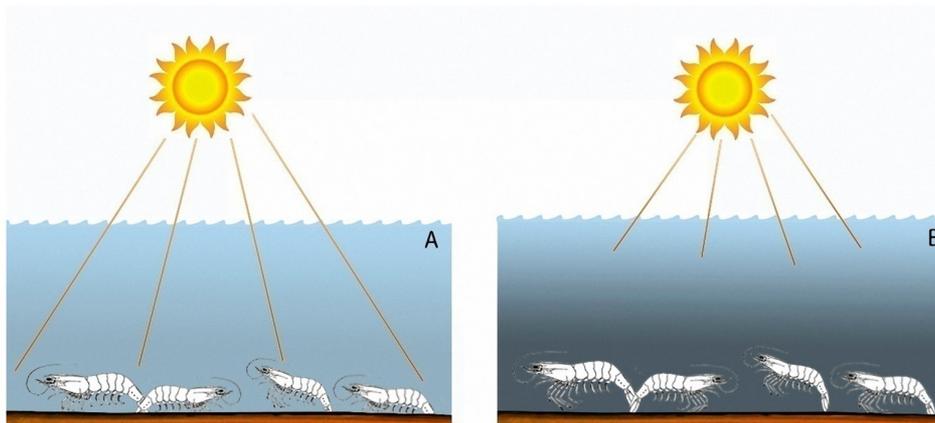


Figura 48. Viveiro em uma condição de alta (A) e de baixa transparência da água (B).

O desafio do técnico, nesse caso, é saber a diferença e tomar decisões adequadas de manejo. Ou seja, reduzir a entrada de lama, procurar manter a água pelo maior tempo possível com a concentração ideal de microalgas, principalmente as diatomáceas, ao mesmo tempo, evitar a ocorrência de mortalidade.

5.9 Clorofila “a” (Chl a)

Embora o fitoplâncton seja um elemento importante na dinâmica de viveiros de cultivos de camarões, análises diretas da biomassa de fitoplâncton nos viveiros não fazem parte da rotina das fazendas de carcinicultura. No dia-a-dia da fazenda, são feitas estimativas da abundância relativa de fitoplâncton nos viveiros, através da utilização de discos de Secchi (ver na seção 4.8).

Mas, há outro indicador, mais preciso e mais complexo, para se avaliar diretamente biomassa de fitoplâncton, que é a avaliação das concentrações de clorofila “a”, um componente característico presente em plantas e em algas verde-azuladas.

Não é um teste fácil e nem prático, pois depende de análises que só podem ser feitas em laboratórios equipados para este fim. Porém, em alguns casos, esta análise pode ser necessária. Este tipo de análise é geralmente feita como base para avaliação dos impactos ambientais da atividade.

O termo Clorofila se aplica a um grupo de pigmentos verdes produzidos nos cloroplastos de organismos fotossintetizantes. A fotossíntese é um processo fundamental para a vida no planeta, no qual a luz solar é usada como fonte de energia para a síntese de açúcares a partir de CO_2 e água. Estes pigmentos funcionam como fotoreceptores da luz visível utilizada no processo da fotossíntese. Participam também desse processo, além das clorofilas, dois outros conjuntos de pigmentos acessórios: os carotenóides e as ficobilinas.

Existem quatro tipos de clorofila (denominadas de **a**, **b**, **c**, **d**). Todas as células fotossintetizantes, exceto as bacterianas, contêm dois tipos de clorofila, e um deles sempre é a clorofila **a**. O segundo tipo de clorofila geralmente é a clorofila **b** (nos vegetais superiores) ou a clorofila **c** (em feófitas e diatomáceas). Nas cianobactérias e em algas vermelhas são encontradas as clorofilas **d**.

Esses diversos tipos de clorofila diferem quanto à faixa do espectro da luz visível na qual cada uma delas capta luz com mais eficiência. Os carotenóides e as ficobilinas, por sua vez, absorvem luz em faixas um pouco diferentes das faixas das clorofilas.

Há uma relação direta entre o aumento da concentração de clorofila “a” em viveiros e o aumento da biomassa de fitoplâncton. Porém, para serem minimamente efetivas, as medições deste parâmetro em viveiros de cultivo deveriam ser realizadas pelo menos quinzenalmente. Alguns pesquisadores defendem que a clorofila “a” deveria ser medida nos viveiros de cultivo de camarões por pelo menos cinco dias consecutivos, para um adequado monitoramento da biomassa fitoplanctônica ⁶³.

Além disso, amostras múltiplas seriam necessárias se o objetivo for a obtenção de estimativas confiáveis da biomassa presente em grandes ou médios viveiros ou ainda para se conhecer a distribuição do fitoplâncton no viveiro. Amostras simples só são adequadas para o monitoramento de pequenos viveiros ou quando o fitoplâncton é composto por espécies que são distribuídas uniformemente por toda a coluna de água.

Como mencionado, este teste é preconizado para o monitoramento dos impactos ambientais da atividade, porém, ao contrário do que estabelece a legislação brasileira, a clorofila “a” não precisaria ser determinada indistintamente a cada três meses, bastando monitorá-la no momento mais crítico do processo produtivo, ou seja, durante a despesca dos viveiros.

5.10 Oxigênio dissolvido

O oxigênio é o mais vital dos elementos necessários para a vida dos camarões e de quase todos os organismos que vivem nos viveiros (insetos, plâncton, bactérias, etc.). O ar que respiramos contém 78% de nitrogênio e 21% de oxigênio. O restante, compondo apenas 1%, inclui diversos outros gases, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), que está presente em concentração de cerca de 0,03%.

A concentração de oxigênio no ar é de cerca de 270 mg/L, sendo 20 a 40 vezes maior que na água. Quando a água está em contato com a atmosfera, o oxigênio advindo do ar se dissolve, até que as pressões relativas do oxigênio da atmosfera e na água se igualem. Daí o termo “oxigênio dissolvido”.

Já o termo “saturação” se refere à concentração máxima de oxigênio que a água é capaz de reter entre suas moléculas, em uma dada situação.

As moléculas de água possuem uma pequena polaridade, em função do ângulo entre os átomos de oxigênio e de hidrogênio. Como não são perfeitamente alinhados, os átomos de hidrogênio apresentam leve polaridade positiva de um lado e o átomo de oxigênio a ligeira polaridade negativa do outro.

Isso faz com que as moléculas de água se atraiam mutuamente, através de uma força intermolecular conhecida como “ligações de hidrogênio” (Figura 49). Em função disso, as moléculas se organizem de forma semelhante a uma malha, que consegue capturar e manter outras moléculas no seu interior, e o oxigênio não é exceção.

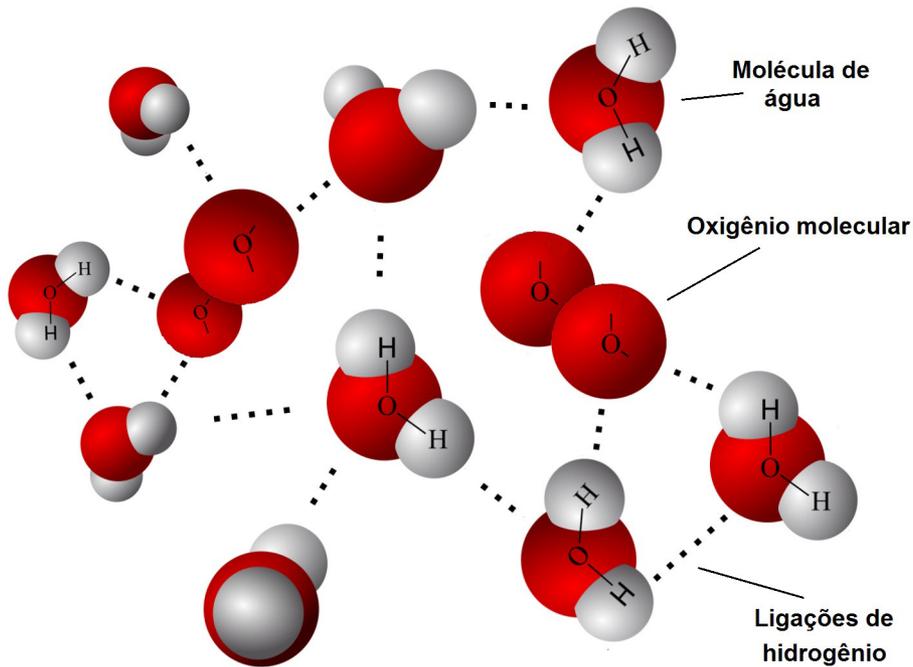


Figura 49. Ligações de hidrogênio entre as moléculas da água e oxigênio.

Observando a figura acima, é fácil perceber que esta capacidade de retenção das moléculas de água pode mudar em função das variáveis ambientais. A pressão atmosférica é a primeira destas variáveis. Com o aumento da pressão atmosférica, aumenta a pressão de oxigênio do ar para a água. Por isso, regiões litorâneas, ao nível do mar, tendem a apresentar maior concentração de oxigênio dissolvido que em regiões mais altas.

O aumento de temperatura aumenta a vibração das moléculas de água, o que leva ao distanciamento entre elas, reduzindo sua capacidade de reter oxigênio. Consideremos um corpo de água ao nível do mar, com salinidade zero. Se a temperatura da água for de 0°C, observaremos que a solubilidade máxima do oxigênio neste ambiente ficaria em torno de 14,2 mg/L. Se a temperatura neste mesmo corpo de água for elevada para 25°C, a solubilidade máxima cairá para cerca de 8,2 mg/L. Aquecendo mais 10°C, a solubilidade cai ainda mais, ficando em torno de 7 mg/L. Esta é a razão pela qual os problemas de falta de oxigênio dissolvido em viveiros costumam ocorrer com maior intensidade nos meses mais quentes do ano.

Embora de forma menos significativa, o aumento da salinidade também diminui a solubilidade do oxigênio na água, porque o sal também se dispersa entre as moléculas

las de água, reduzindo espaços para o oxigênio. Por exemplo, considerando o mesmo exemplo anterior, ou seja, água doce, ao nível do mar, mas mantendo a temperatura constante em torno de 25 °C, a saturação do oxigênio dissolvido, cairia de 8,2 para 7,1 mg/L, se a salinidade água subisse de zero para 25 UPS.

Saturação de oxigênio

Quando se fala na saturação de oxigênio na água de um viveiro, há que se ter muita cautela. Dizer que a saturação do oxigênio se dá em 7,0 mg/L não significa que em uma determinada água há 7,0 mg/L, mas sim que naquelas condições não poderá haver, em uma situação de equilíbrio, mais que 7,0 mg/L.

Dizer que quanto maior a temperatura menor o limite de saturação de oxigênio não significa dizer que uma água mais fria contém necessariamente mais oxigênio dissolvido que uma água mais quente, mas sim que potencialmente poderá dissolver uma maior quantidade de oxigênio que uma água mais quente.

A concentração de oxigênio poderá, em determinadas situações, ser maior que seu limite máximo de saturação para aquela condição de temperatura, pressão e salinidade. Porém, essa situação de “supersaturação” não é estável. Nesse caso, o oxigênio presente na água tende a se difundir para a atmosfera e as concentrações a se reduzir para valores próximos ao limite de saturação com o passar do tempo.

As principais fontes de oxigênio dissolvido na água de um viveiro são, pela ordem, a fotossíntese, a água de renovação e a atmosfera. Sem considerar a possibilidade do uso de aeradores, que serão abordados mais adiante, a fotossíntese realizada pelas microalgas é, de longe, a principal fonte de oxigênio dissolvido na água de um viveiro. Na maioria dos casos, as outras fontes não são capazes que introduzir oxigênio em quantidades suficientes para repor a demanda de um cultivo em escala comercial.

Durante o transcorrer do cultivo, ocorrem diversos processos que levam o oxigênio a ser consumido em grandes quantidades. Os principais processos que demandam oxigênio em um viveiro são degradação da matéria orgânica, a nitrificação, a respiração dos organismos aquáticos, as perdas para a atmosfera e a oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos [ferro (Fe^{+2}) e manganês (Mn^{+2})]. Quanto mais intensivo for o cultivo, maiores serão as perdas de oxigênio (Figura 50).

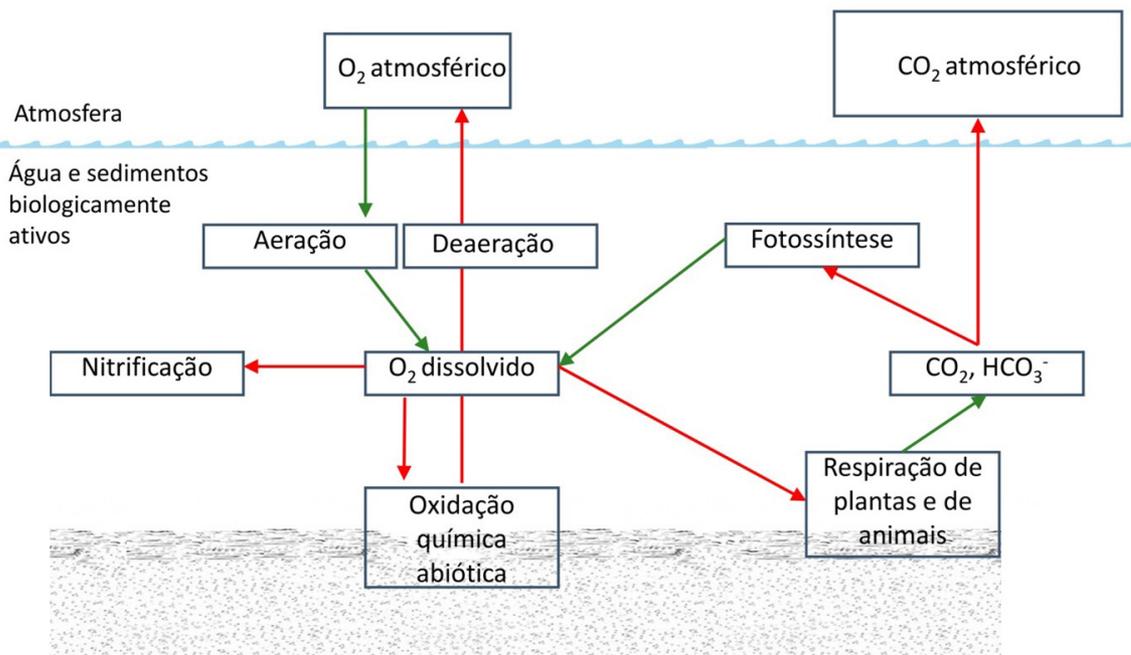


Figura 50. Balanço de oxigênio dissolvido e de gás carbônico em um viveiro de cultivo de camarões. Os processos acelerados ou aumentados pelo aumento de matéria orgânica são indicados através das setas vermelhas.

A demanda dos camarões por oxigênio varia de acordo com a espécie cultivada, com o seu estágio de vida e com as condições do cultivo. Para que o camarão tenha níveis ótimos de oxigênio, é importante que as concentrações sejam superiores a 4 mg/L. Isto não quer dizer que eles morreram em concentrações mais baixas, já que a maioria das espécies suporta concentrações inferiores a 1,5 mg/L, por curtos períodos de tempo. Porém, em concentrações de OD entre 1,5-3,0 mg/L as taxas de crescimento são afetadas e os animais se tornam mais propensos a doenças.

Em termos práticos, considera-se que a demanda por oxigênio gire em torno de 300 ± 100 mg de oxigênio/kg de camarão/hora ⁶⁴.

Ainda assim, o camarão cultivado não é o maior consumidor do oxigênio dissolvido na água. Shigueno ⁶⁵, trabalhando em um cultivo com densidade de 15 camarões/m² observou que apenas 8,6% do oxigênio existente nos viveiros era efetivamente consumido pelos camarões. Cerca de 70% era consumido por bactérias presentes na coluna d'água e 14,8% pelos microrganismos presentes no fundo do viveiro.

Este consumo de oxigênio ocorre principalmente em função da decomposição da matéria orgânica (oxidação) pelas bactérias. Sempre que existir oxigênio no ambiente, a degradação da matéria orgânica será feita por microrganismos aeróbios, que oxidam a matéria orgânica eliminando gás carbônico (CO₂) para o ambiente. As bactérias aeróbias usam quantidades imensas de oxigênio para decompor a matéria orgânica, liberando quantidades proporcionais. Ou seja, elas consomem o carbono da matéria orgânica e liberam CO₂ para o ambiente.

Respiração celular

O termo “respirar” é entendido pela maioria das pessoas como o processo inerentemente ligado aos pulmões dos vertebrados terrestres. O ar é inalado e exalado no processo.

Em termos bioquímicos, no entanto, isso se refere a um conceito mais abrangente, ou seja, ao metabolismo heterotrófico, que evoluiu há pelo menos 3 bilhões de anos, muito antes do primeiro ancestral vertebrado se aventurar terra adentro.

A respiração celular é um processo bioquímico em que moléculas orgânicas são oxidadas no sentido de obter energia para as funções orgânicas dos seres vivos.

Assim, apesar de parecer estranho, quando dizemos que as bactérias respiram a matéria orgânica do fundo do viveiro, estamos afirmando que parte da substância será incorporada intracelularmente. No interior das suas células ocorrerão três reações em sequência: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.

Ao fim do processo, haverá a produção de ATP (adenosina trifosfato) que fornecerá a energia necessária para seus processos metabólicos. O processo utilizará oxigênio e liberará CO_2 na água ².

Outra parte da matéria orgânica poderá ser metabolizada e utilizada usada para produção de material celular, necessário para o crescimento e reprodução das próprias bactérias.

Dessa forma, um excessivo aporte de matéria orgânica no viveiro (na forma assimilável, como ração ou adubos orgânicos) pode levar a um rápido decréscimo das concentrações de oxigênio, colocando em risco toda vida aeróbia no meio aquático, desde os microrganismos até os camarões. Cada molécula de dióxido de carbono (CO_2) produzido durante a respiração irá demandar dois átomos de oxigênio (O). Considerando que a massa atômica do carbono é 12 e a do oxigênio é 16, para cada 12 g de carbono utilizado no processo de respiração, serão consumidos 32 g de oxigênio, ou seja, a relação oxigênio:carbono, em termos de peso, é na verdade de 2,67:1.

O percentual de carbono presente na matéria orgânica depende da natureza desse composto orgânico. Porém, estes valores muito comumente variam entre 40 a 60 %, de tal forma que, para efeito de cálculo, é comum estabelecer que a matéria orgânica contenha cerca de 50% de carbono ⁶⁶. Baseado nestas generalizações é possível estimar a demanda teórica por oxigênio baseado na carga de matéria orgânica que for aportada ao viveiro.

Considerando que a matéria orgânica possua 50% carbono, para degradar integralmente 100 kg de matéria orgânica assimilável, as bactérias consumiriam cerca de 133,5 Kg de oxigênio (50 kg de C x 32/12).

Quanto mais camarão se produz, mais matéria orgânica será gerada e maior será o consumo de oxigênio nesse processo.

Entretanto, em termos práticos, esse não é um processo perfeito. A mineralização ou decomposição da matéria orgânica são um processo natural e, por isso mesmo, limitado pela capacidade do ambiente em processar a carga orgânica produzida. Assim, uma parte significativa deste carbono não será nem assimilada e nem respirada, ficando, na verdade, imobilizada no fundo do viveiro. É por isso que, mesmo em viveiros bem manejados, é possível observar a presença de um sedimento escuro e fortemente orgânico no fundo, ao final dos cultivos.

Estima-se que, na prática, a demanda por oxigênio fique em aproximadamente 70% do valor calculado (133,3 kg), ou seja, no exemplo acima, a demanda real seria algo como 100 kg de oxigênio para cada 100 kg de matéria orgânica aportada aos cultivos.

O oxigênio tem baixa eficiência para se dissolver na água diretamente a partir da atmosfera. Esse é um processo lento e que ainda está limitado a apenas alguns poucos centímetros da coluna d'água, o que aumenta a importância do oxigênio produzido a partir da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton.

O problema é que a produção de oxigênio pelo fitoplâncton, apesar de sua importância para a vida no viveiro, é naturalmente instável, pois depende de diversos fatores biogeoquímicos.

O fitoplâncton respira o tempo todo (consumindo oxigênio e liberando CO₂), mas só realiza a fotossíntese (e a conseqüente produção de oxigênio) em presença de luz solar. Por isso, a produção de oxigênio em viveiros cessa inteiramente durante a noite. Por esta razão as menores concentrações de OD na água geralmente são registradas antes do nascer do sol e as maiores ao final do dia.

Em média, o balanço entre a produção de oxigênio durante o dia e o consumo durante a noite é positivo, ou seja, há uma sobra suficiente de oxigênio para manter a vida no viveiro. No entanto, podem existir situações em que o consumo de oxigênio se torne tão alto que acaba superando a produção.

Por exemplo, quando ocorre um aporte exagerado de matéria orgânica no viveiro (na forma assimilável, como ração ou adubos orgânicos). Nesse caso, as bactérias acabam consumindo quantidades de oxigênio altas demais para serem repostas pela fotossíntese.

Existem casos em que, mesmo com o consumo constante, a produção sofre uma redução significativa. Isso ocorre, por exemplo, quando vários dias nublados se sucedem. Com uma menor luminosidade, a produção de oxigênio se reduz. Também pode haver redução se a água captada contiver muito material inorgânico (lama) em suspensão. Neste caso, essa turbidez acaba bloqueando a entrada de luz na água e reduzindo significativamente as taxas de fotossíntese.

Existem casos em que se verifica redução na produção associada com aumento no consumo. Períodos de chuvas e ventos intensos também podem também ressuspender a matéria orgânica depositada no fundo dos viveiros, reduzindo a luminosidade ao mesmo tempo em que leva a um rápido consumo do oxigênio dissolvido na água.

Além disso, o fitoplâncton está sujeito a eventuais flutuações na sua abundância. Em algumas situações especiais, quando as condições de luz e de nutrientes estão muito favoráveis, pode-se observar o crescimento em quantidades descontroladas. Nessas ocasiões, a concentração de algas pode aumentar milhares de vezes, formando manchas ou tomando conta de todo o viveiro.

Paradoxalmente, este efeito não é sempre favorável, como poderia se supor. Como já foi visto anteriormente, na ausência de luz, as microalgas cessam a fotossíntese e passam apenas a consumir o oxigênio do viveiro. Com aumento da densidade algal, a luz não consegue penetrar nas camadas mais profundas da coluna d'água reduzindo a produção de oxigênio. Neste caso, ao fim de um dia ensolarado, situação em que se esperaria que as concentrações de oxigênio dissolvido estivessem muito altas, observa-se o contrário. Ao cair da noite, quando todos os organismos do viveiro (inclusive as microalgas) estão respirando, as concentrações de oxigênio podem chegar a valores críticos, podendo ocasionar a morte dos camarões cultivados.

Além disso, quando as concentrações de microalgas estão muito altas, aumenta muito a possibilidade da ocorrência de eventos extremos, conhecidos como "die-off". Este fenômeno se caracteriza pela mortalidade repentina, sem uma razão identificável, de grandes quantidades de microalgas. Inicialmente, ocorrerá uma redução moderada na produção de oxigênio, devido a redução no número de microalgas produzindo o oxigênio. Mas em seguida, a decomposição deste volume enorme de microalgas mortas estimulará o desenvolvimento das populações bacterianas, que consumirão rapidamente grandes quantidades do oxigênio disponível na água.

A redução na concentração de oxigênio dissolvido ocorrerá em todas as regiões do viveiro, mas será mais severa quanto mais próxima ao sedimento do fundo. Como a matéria orgânica morta se deposita no fundo, ocorre um consumo muito elevado de oxigênio neste local. Por isso, o fundo dos viveiros é o local onde as concentrações de oxigênio dissolvido são naturalmente mais baixas. A concentração de oxigênio dissolvido presente na água intersticial (água presente entre os grãos do sedimento) depende da textura do solo, mas mesmo em condições normais, essa concentração é geralmente mais baixa que na coluna d'água, variando entre 2 e 3,5 mg/L. Quando a concentração de OD na água cai, é muito comum que na água intersticial chegue a zero.

A falta de oxigênio no sedimento, além do óbvio efeito sobre a respiração dos camarões, determina ainda outro efeito potencialmente letal: a decomposição anaeróbica da matéria orgânica. Além das bactérias heterotróficas, o sedimento do fundo do viveiro apresenta microrganismos anaeróbios estritos e anaeróbios facultativos (que podem tanto realizar a respiração aeróbia quanto a anaeróbia).

Esses microrganismos utilizam um processo bioquímico diferente, que não requer oxigênio dissolvido. Porém, além de menos eficiente que o metabolismo aeróbico, a anaerobiose resulta na liberação de compostos à base de enxofre como gás metano, sulfetos, sulfatos, alcoóis e ácidos orgânicos, ao invés de somente CO₂ (Figura 51).

Compostos sulfurosos também costumam ser gerados pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica, produzindo o característico cheiro de ovo podre na água ou no solo. Esses compostos são altamente tóxicos.

Com tudo isso, e considerando que os camarões vivem em contato direto com o fundo do viveiro, é fácil constatar que as consequências da redução das concentrações de oxigênio dissolvido vão muito além do que simplesmente um transitório mal estar.

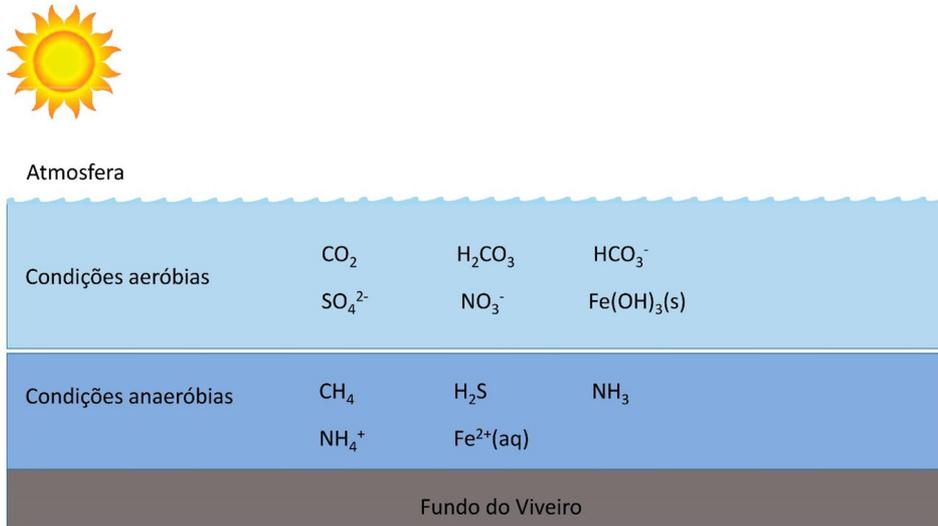


Figura 51. Representação esquemática da estratificação das águas de um viveiro de camarão, mostrando as principais espécies químicas presentes em condições aeróbias ou anaeróbias.

5.11 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O consumo total de oxigênio por microrganismos, durante a oxidação bioquímica da matéria orgânica em um viveiro, é chamado de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), expressa em miligramas de oxigênio consumido por litro de água.

A DBO é avaliada experimentalmente em laboratório, analisando-se a concentração de OD antes e após um determinado período (normalmente de 5 dias) em que a amostra de água é mantida no escuro, à temperatura de 20 ou 25°C.

Na ausência de luz, os microrganismos autotróficos presentes na amostra tendem a morrer e as populações de bactérias irão se multiplicar para decompor a matéria orgânica presente. Para isso, irão consumir, através da sua própria respiração, grande parte do oxigênio presente na amostra.

Quanto maior for a taxa de decomposição microbiana, maior será a DBO e menor tende a ser a concentração de oxigênio dissolvido na água depois de 5 dias. Uma DBO muito alta pode significar o consumo de todo o oxigênio originalmente presente na água. Nessas condições, os processos anaeróbios têm início, gerando as substâncias tóxicas já mencionadas.

O resultado deste tipo de teste corresponde a cerca de 80% do que seria obtido se o experimento fosse realizado após um período mais longo de tempo - o que, naturalmente, não seria prático. Assim, mesmo com suas limitações técnicas, este parâmetro oferece um bom indicativo dos processos biológicos que acontecem na água dos viveiros e dos potenciais impactos ambientais da carcinicultura.

Excessos de matéria orgânica aportados em viveiros operados em altas densidades de cultivo consumirão grandes quantidades de oxigênio pelas bactérias decompositoras. Além disso, liberarão nutrientes na água e aumentarão as concentrações de CO₂.

Comumente, nessas condições os cultivos exigirão trocas de água mais frequentes e mais intensas. Com esta operação, grande parte desta matéria orgânica (e, conseqüentemente, sua DBO) é transferida diretamente para os ambientes adjacentes à fazenda de cultivo.

Como já explicado, é importante enfatizar que esse lançamento de material orgânico não implica na introdução de elementos estranhos ao entorno da fazenda, já que manguezais e marismas processam naturalmente altas cargas de matéria orgânica. O problema está no volume da carga orgânica liberada em espaço relativamente curto de tempo.

Após a liberação do efluente no corpo receptor nas áreas externas da fazenda, seja ele um rio, uma lagoa ou um campo inundado, existe a tendência de redução na turbulência, em relação ao que esse efluente estava submetido anteriormente, o que contribui para a sedimentação do material particulado. Essa carga orgânica sofrerá um lento processo de decomposição, que certamente consumirá parte do oxigênio disponível nesse ambiente.

Este problema é considerado um dos impactos ambientais mais significativos atribuídos à carcinicultura, razão pelo qual a instalação de sistemas de decantação e de estabilização, discutidos na seção 2.8, tem se tornado uma estratégia cada vez mais utilizada para reduzir os impactos ambientais provocados pela carcinicultura.

5.12 Compostos nitrogenados

A presença do nitrogênio nos viveiros é sempre necessária e desejável, uma vez que este elemento é parte fundamental da constituição das proteínas e dos ácidos nucléicos. Contudo, tanto a sua presença em excesso quanto a sua ausência devem ser uma preocupação constante para o carcinicultor.

Sem nitrogênio não há produtividade primária e, conseqüentemente, a cadeia trófica dos viveiros será prejudicada. Em viveiros com concentrações de nitrogênio muito reduzidas, pode haver um retardo na velocidade de decomposição da matéria orgânica pelas bactérias, principalmente devido ao reflexo negativo que a alta relação C:N terá sobre o crescimento bacteriano ⁶⁷.

Embora cerca de 78% do ar seja composto de gás nitrogênio (N_2), poucos seres vivos assimilam essa molécula. Apenas alguns tipos de bactérias, principalmente as cianobactérias (antigamente conhecidas como algas azuis ou cianofíceas), conseguem captar o N_2 , utilizando-o na síntese de moléculas orgânicas nitrogenadas. Por isso, esses microrganismos são denominados “fixadores de nitrogênio”.

5.12.1 Ciclo do nitrogênio

Na aquicultura, o nitrogênio quase sempre tem origem protéica. É encontrado na biomassa do fito e zooplâncton, na biomassa bacteriana e dos animais bentônicos, incluindo aqui também os camarões e as rações utilizadas. Com a morte e decomposição de todos estes organismos, somada à decomposição da excreta dos camarões e dos restos de ração, este material orgânico nitrogenado acaba se depositando no fundo do viveiro. A maior parte desse material é rapidamente decomposta e liberada na coluna d’água, enquanto uma parte acaba ficando acumulada no solo. (Figura 52). Parcela maior é primeiramente quebrada e transformada em material orgânico solúvel pelos microrganismos decompositores. Proteínas solubilizadas são quebradas em aminoácidos, que são desaminados na sequência, resultando na produção da amônia (amonificação).

A taxa de mineralização da amônia depende da temperatura, do pH, da disponibilidade de oxigênio e da quantidade e da qualidade da matéria orgânica. A atividade bacteriana e, conseqüentemente, a taxa de mineralização, é mais alta em pH próximo ao neutro ou ligeiramente básico.

A produção de amônia aumenta à medida que a quantidade de material orgânico em decomposição aumenta. A quantidade de amônia liberada também é proporcional à quantidade de nitrogênio presente no material que está sendo decomposto. Se a matéria orgânica é deficiente em nitrogênio (por exemplo, se a relação C:N é igual ou maior que 30:1), os microrganismos acabam retirando (imobilizando) nitrogênio inorgânico da água para decompor essa matéria orgânica.

A amônia liberada quando a matéria orgânica é mineralizada fica disponível para os processos biológicos que acontecerão em sequência, tais como a reassimilação pelo fitoplâncton.

O íon amônio (carga elétrica positiva) é fracamente atraído e retido nos sítios de troca de cátions de argilas e coloides orgânicos presentes no solo dos viveiros. Por isso, apenas uma pequena quantidade de nitrogênio acaba perdida por infiltração ou por adsorção nas partículas do solo. A maior parte acaba sendo liberada novamente na água, quando esse sedimento do fundo é ressuspensionado.

A contínua reciclagem interna do nitrogênio através dos processos de assimilação pelo fitoplâncton, morte celular, mineralização do nitrogênio orgânico e reassimilação pelo fitoplâncton é um aspecto importante da dinâmica do nitrogênio em viveiros de cultivo de camarões.

Fertilizante

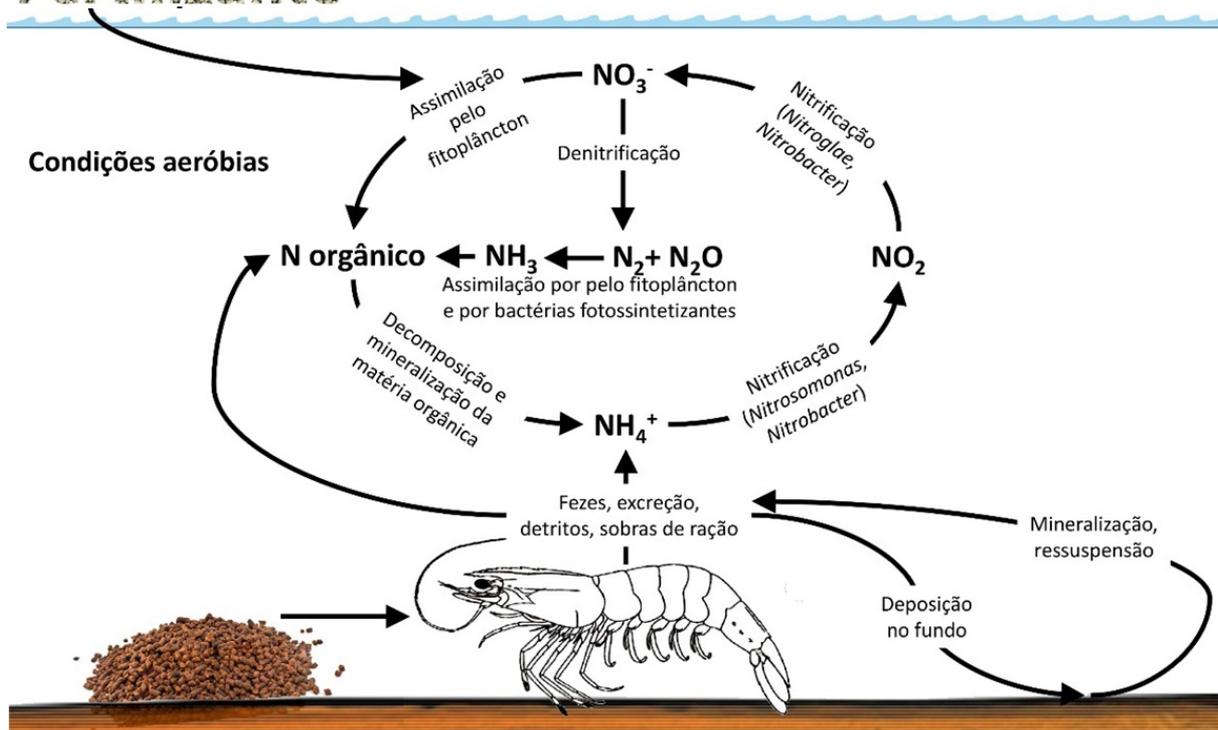


Figura 52. Principais vias do ciclo do nitrogênio, em condições aeróbias, em viveiros de cultivo de camarões marinhos.

Além disso, a amônia sofre um processo biológico de oxidação a nitrito e posteriormente a nitrato, que demanda grandes quantidades de oxigênio dissolvido (OD) ⁶⁸. Na ausência de OD no ambiente, bactérias anaeróbias desnitrificantes assumem o processo no caminho inverso, transformando nitrato em nitrito e depois novamente em amônia ⁶⁹. Em uma situação como essa, de baixas concentrações de OD e elevadas concentrações de amônia, o crescimento e a sobrevivência dos camarões podem ser seriamente comprometidos.

Existem situações em que a quantidade de compostos nitrogenados está abaixo da necessária para manutenção da cadeia trófica nos viveiros. Nestes casos, pode ser necessária a adição de compostos nitrogenados (fertilizantes) diretamente na água, para corrigir esta relação e estimular o crescimento microbiano.

5.12.2 Toxicidade dos compostos nitrogenados

A amônia é considerada um dos principais poluentes dos sistemas aquáticos. Além de ser gerada naturalmente pelo processo de decomposição da matéria orgânica, ela também pode já estar presente em altas concentrações na água afluente, caso a água captada pela fazenda já esteja contaminada por efluentes industriais ou agrícolas.

Em meio aquoso, a amônia é encontrada em duas formas químicas: a ionizada (ou íon amônio, NH_4^+) e a não ionizada (ou amônia gasosa, NH_3). A soma destas duas formas é denominada amônia total ($\text{AT} = \text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$). Tanto o íon amônio quanto a amônia gasosa são tóxicos para os camarões, porém a forma gasosa (NH_3) apresenta maior toxicidade em função da sua capacidade de se difundir através das membranas branquiais, graças à ausência de carga elétrica e à sua solubilidade lipídica. Já o íon amônio é usualmente hidratado e não consegue se difundir através dos microporos hidrofóbicos das membranas branquiais.

A reação química de dissociação da amônia é reversível e assume o seguinte equilíbrio químico:



Em meio básico, o equilíbrio é deslocado para a direita e as proporções de NH_3 aumentam. Ou seja, quanto mais básico o pH, ou seja, maior que 7,0, mais tóxica será a amônia para os camarões. A proporção de NH_3 em relação ao NH_4^+ também aumenta com a temperatura e com a salinidade da água. As concentrações seguras de amônia total são geralmente inferiores a 2,4 mg/L, as de N- NH_3 de 0,12mg/L.

Como já foi descrito anteriormente, com o contínuo aporte de matéria orgânica, originado do arraçoamento, da excreção dos camarões e da morte de organismos presentes no viveiro, é natural que ocorra um acúmulo de matéria orgânica nos viveiros. Os microrganismos heterotróficos convertem matéria orgânica em compostos nitrogenados e, conseqüentemente, ocorrerá um aumento das concentrações de amônia dissolvidas na água.

No início deste capítulo, foi colocado que, além das bactérias heterotróficas, existem outros microrganismos presentes no viveiro e, entre eles, as bactérias autotróficas, responsáveis pela ciclagem destes compostos nitrogenados, conhecidas coletivamente como bactérias nitrificantes ⁷⁰.

Bactérias dos gêneros *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosospira* e *Nitrosoglaea* promovem a oxidação da amônia e a convertem em ácido nitroso (HNO_2) para obter energia, através do seguinte processo:



O HNO_2 se dissocia na água, formando o íon nitrito (NO_2^-). O nitrito também é tóxico para os camarões, porém em menor grau. O nitrito reduz a capacidade da hemocianina (pigmento respiratório dos camarões) de liberar o oxigênio transportado aos tecidos, podendo causar asfixia e morte aos camarões, mesmo se as concentrações de OD na água forem elevadas. As concentrações seguras de nitrito geralmente não devem chegar a 6,0 mg/L ^{71; 72}.

Com o aumento nas concentrações de nitrito, outros grupos de bactérias nitrificantes se desenvolvem no meio, como as do gênero *Nitrobacter*, *Nitroglae* e *Nitroystis*. Estas bactérias oxidam o nitrito, convertendo-o em nitrato (NO_3^-), que é um composto relativamente pouco tóxico, obtendo energia:



A amônia provoca nos organismos aquáticos:

- Alterações do equilíbrio de Na^+ e K^+ ;
- Despolarização neuronal;
- Alterações da osmolaridade plasmática e de parâmetros da hemolinfa;
- Dificuldade de excreção e aumento da amônia hemolinfática e tecidual;
- Danos ao epitélio branquial e dificuldades nas trocas gasosas;
- Alteração do pH intracelular e danos ao metabolismo enzimático.

5.13 Fósforo

Juntamente com o nitrogênio, o fósforo é um dos macronutrientes metabólicos essenciais tanto para os camarões quanto para o fitoplâncton. Ele faz parte de vários compostos orgânicos, como DNA, ATP, ADP, enzimas, vitaminas e lipídios.

Em comparação com outros macronutrientes, o fósforo é o primeiro elemento a limitar a produtividade biológica em viveiros, porque ocorre naturalmente em menor abundância na água. Por esta razão, geralmente é necessário manter um programa de fertilização para manter as concentrações desse nutriente na água e possibilitar o aumento das populações de fitoplâncton.

As plantas e o fitoplâncton assimilam o fósforo na forma de ortofosfato (PO_4^{3-}), que é um produto da ionização do ácido ortofosfórico:



Muitas outras formas de fósforo ocorrem na água, como é o caso dos polifosfatos, presentes em fertilizantes usados na carcinicultura e que são rapidamente hidrolisados pelos microrganismos presentes na água e transformados como ortofosfatos (Figura 53).

O fósforo presente na maioria dos fosfatos orgânicos não está diretamente disponível para a assimilação pelo fitoplâncton. Por outro lado, muitas formas de fósforo orgânico são facilmente hidrolisadas por enzimas fosfatase extracelulares, produzidas pelo fitoplâncton e por microrganismos heterotróficos. O ortofosfato gerado pela hidrólise enzimática torna-se então disponível para a absorção dos organismos autotróficos.

Ao se alimentar com ração (a principal fonte de fósforo dos camarões cultivados) ou alimentos naturais, os camarões transformam uma pequena parte do fósforo em carne (cerca de 6%). Outra parte será excretada, na forma de resíduos metabólicos. Parte desses resíduos orgânicos, assim como sobras de ração, acaba se dissolvendo na forma de fósforo inorgânico, que será assimilado pelo fitoplâncton.

No entanto, a maior parte do fósforo (cerca de 84%) acaba sendo sequestrado pelo solo dos viveiros. Em solos ácidos, o fósforo precipita na forma de fosfato de ferro e de alumínio. Em solos com pH neutro ou alcalinos, o fósforo tende a precipitar na forma de fosfatos de cálcio.

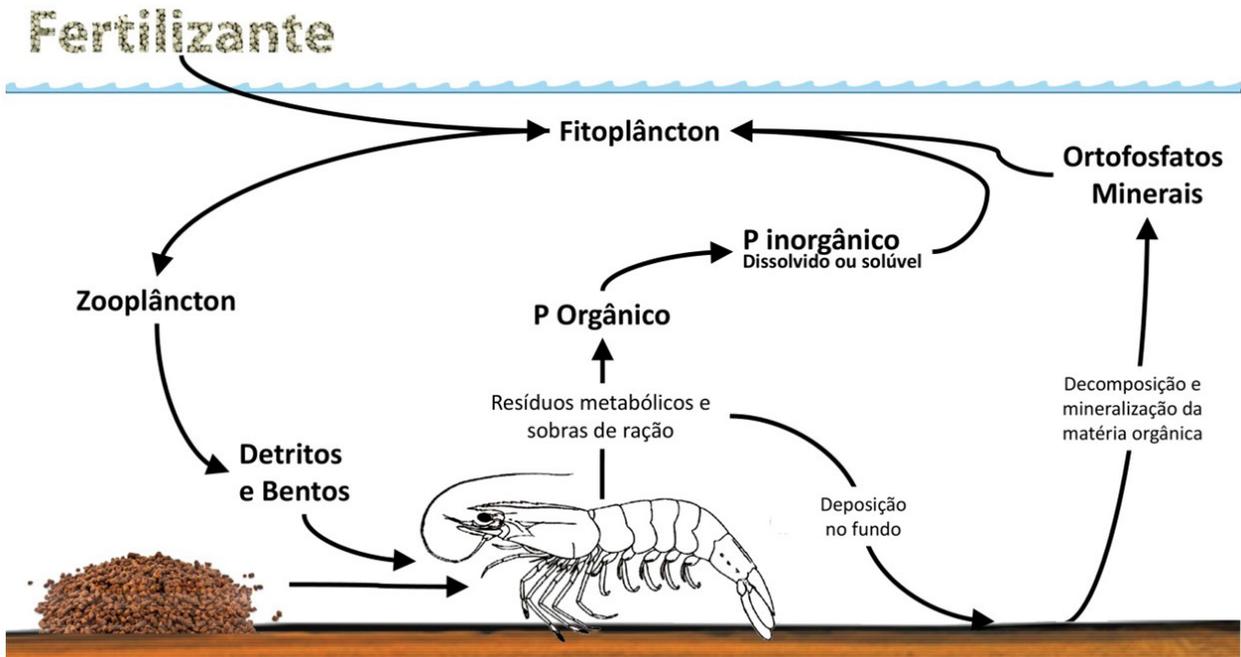


Figura 53. Principais vias do ciclo do fósforo em viveiros de cultivo de camarões marinhos.

O solo de viveiros de cultivo de camarões adsorve fortemente o fosfato, sendo este o destino da maior parte do fósforo aportado ao sistema de produção. Esse fósforo, mantido sob a forma de compostos inorgânicos têm solubilidade limitada, que é afetada pelas concentrações de cálcio, de ferro e pelo pH e pelo potencial redox do solo. Por isso, uma das formas de disponibilizar o fósforo adsorvido ao solo para a assimilação pelo fitoplâncton é através da calagem do solo.

5.14 Sílica

Minerais contendo silício são extremamente comuns. Quase 28% da crosta terrestre é constituída por silício e 40% dos minerais existentes contêm esse elemento. Eles incluem, por exemplo, quartzo, mica, feldspato, anfibólio e outros grupos de rochas. A forma mais comum de silício na natureza é o dióxido de silício (sílica), que compõe os grãos de areia.

Em ambientes aquáticos, a sílica é proveniente principalmente da decomposição de minerais de silicato de alumínio (por exemplo, feldspato). Na água, a sílica pode estar sob as seguintes formas: íon SiO_4 (forma solúvel), sílica coloidal e sílica particulada (quando assimilada pelo fitoplâncton).

O dióxido de silício se dissolve ligeiramente na água para formar o ácido silícico como se segue:



Apesar da baixa solubilidade dos sais minerais de silício, a sílica dissolvida é um componente importante da maior parte das águas naturais e, de forma especial, em viveiros de camarões, uma vez que estimula o crescimento de diatomáceas (microalgas que possuem carapaça silicosa envolvendo toda a célula). Essas microalgas, por sua vez, são bioindicadoras da qualidade ambiental.

Recomenda-se que as concentrações de silicatos dissolvidos sejam mantidas em valores superiores a 1 mg/L durante um cultivo, o que pode ser alcançado a partir de fertilizações regulares (22,2 kg/ha de silicato de sódio), a fim de estimular o crescimento dessas diatomáceas.

5.15 Coliformes totais

O grupo dos coliformes totais (CT) é um subgrupo da família Enterobacteriaceae. Os CT são enterobactérias capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Mais de 20 espécies fazem parte deste grupo, as quais podem ter origem no trato gastrointestinal de endotérmicos (mamíferos e aves) e origem não entérica, quando as bactérias podem ser encontradas no próprio ambiente. São exemplos de CT: *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Serratia* sp., etc.).

O grupo inclui bactérias Gram-negativas na forma de bastonetes, não esporogênicas, aeróbias ou aeróbias facultativas. Os CT são expressos em “número mais provável” (NMP) presente em cada 100 mL de água, quando a análise é feita por tubos múltiplos ou em “unidade formadora de colônia” (UFC), quando a contagem é feita em placa.

No entanto, a presença de CT não é um bom indicativo de contaminação fecal, já que este grupo possui diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas, como *Serratia* sp. e *Aeromonas* sp. Em condições normais, os coliformes não são, por si só, organismos patogênicos obrigatórios, embora algumas linhagens ou em condições específicas possam apresentar patogenicidade.

Muita gente estranha o fato da legislação brasileira exigir o monitoramento de coliformes totais em viveiros de cultivo de camarões. Portanto, uma pergunta se impõe:

Tecnicamente, faz sentido analisar a presença de coliformes totais em efluentes de cultivo de camarões?

- 1) As bactérias do grupo coliforme habitam naturalmente os solos e o intestino de mamíferos, como o Homem ou animais de produção, mas não invertebrados, como os camarões.
- 2) Esse grupo de bactéria é largamente utilizado para avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano. A concentração dos coliformes nas águas pode indicar a existência de possíveis microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças pelo uso ou ingestão da água, tais como a febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. Há Enterobacteriaceas produtoras de aminas biogênicas, que contaminariam o camarão. O risco, neste caso, é para o consumidor.

As aminas biogênicas, como a histamina, são abordadas no Volume I, Capítulo 11, que trata da segurança alimentar.

- 3) Por fim, a presença de coliformes é um parâmetro bastante usado na indústria de alimentos, como indicador de contaminação durante o processo de fabricação ou mesmo no pós-processamento. No entanto, sabe-se que essas bactérias possuem limitada relevância higiênica³, pois são facilmente eliminadas pelo calor. Ainda assim, neste caso o seu monitoramento está sendo exigido pela legislação ambiental, como indicador de poluição, sem nenhuma relação com o processamento ou consumo do camarão.

Pelos motivos listados acima, a resposta é não!

5.16 Coleta e estocagem de amostras de água

Alguns dos parâmetros de qualidade da água podem ou devem ser analisados diretamente em campo, enquanto outros precisam ser levados até um laboratório especializado, onde serão analisados. Para que o resultado de uma análise seja confiável, é fundamental que a amostra seja bem coletada. Por esta razão, os pontos de coleta devem representar fielmente o ambiente como um todo, assim como os momentos da coleta devem representar a variação esperada do parâmetro que esta sendo analisado.

Depois de coletada, as amostras devem ser conservadas para que suas características não se alterem substancialmente até que possam ser analisadas. A Tabela 10 sintetiza as informações sobre o tipo de recipiente a ser utilizado para acondicionar amostras de água, além do volume mínimo a ser coletado, a forma de preservação e o tempo máximo para seu acondicionamento.

Tabela 10. Sumário das técnicas de preservação de amostras de água (Baseado em Brandão, Botelho et al. ⁷⁴).

Parâmetro	Recipiente*	Volume da amostra	Forma de preservar	Tempo recomendado de preservação
Acidez	P, VB	250 mL	Resfriar a 4 °C	24 h
Alcalinidade	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C	24 h
Amônia, nitrito e nitrato	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C ou 1 mL de H ₂ SO ₄ por litro	24 h (amostras resfriadas) ou 7 dias (amostras fixadas)
Clorofila “a” (filtrada no laboratório)	VA BL	1 L	Resfriar a 4 °C e proteger da luz	48 h
Clorofila “a” (filtrada em campo)	VA BL	1 L	Resfriar a 4 °C e proteger da luz	28 dias
CO ₂	V	100 mL	Resfriar a 4 °C	2h
Coliformes totais	P, V, SP LE	100 mL	Resfriar a 4 °C e proteger da luz	8 h
Cor	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C	48 h
DBO	P, V	2 frascos de 1 L	Resfriar a 4 °C	6 h
DQO	P, V	250 mL	1 mL de H ₂ SO ₄ por litro	7 dias
Dureza	P LE, V LE	250 mL	1ml de HNO ₃ por litro ou resfriar a 4 °C	7 dias
Fitoplâncton fixado	VA BL	100 mL	Formol neutralizado (5%) ou lugol (0,3-1s,0 mL/100 mL)	3 meses
Fitoplâncton vivo	V, VA	1 L	Resfriar a 4 °C e proteger da luz	24 h
Fósforo total	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C	6 meses
Matéria orgânica particulada	P, V	100 mL	Resfriar a 4 °C	12 h

Parâmetro	Recipiente*	Volume da amostra	Forma de preservar	Tempo recomendado de preservação
Sólidos sedimentáveis	P, V	1 L	Não é necessário fixar	24 h
Nitrogênio total	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C	6 meses
OD através de equipamentos portáteis	Não se aplica	Não se aplica	Analisar no local	Não se aplica
OD pelo método de Winkler	VDBO	1 L	Fixar o OD imediatamente na garrafa tipo DBO	8 h
Ortofosfato solúvel	P, V	250 mL	Resfriar a 4 °C	48 h
pH	Não se aplica	Não se aplica	Analisar no local	Não se aplica
Salinidade (laboratório)	VDBO	300 mL	Resfriar a 4 °C	6 meses
Salinidade (refratômetro)	Não se aplica	Não se aplica	Analisar no local	Não se aplica
Sílica	P, V	100 mL	Resfriar a 4 °C	28 dias
Sólidos dissolvidos totais	P, V	100 mL	Resfriar a 4 °C	7 dias
Temperatura	Não se aplica	Não se aplica	Analisar no local	Não se aplica
Transparência	Não se aplica	Não se aplica	Analisar no local	Não se aplica
Turbidez	P, V	100 mL	Resfriar a 4 °C	48 h
Zooplâncton fixado	P, V	100 L	Formol ou Etanol (70 a 95° GL)	Indeterminado
Zooplâncton vivo	P, V	100 L	Resfriar a 4 °C	24 h

* Recipientes: P = Frasco plástico descartável (de polímero inerte); PP = Frasco plástico descartável (de polímero inerte), do tipo pote; BE = Boca estreita; BL = Boca larga; LE = Limpeza especial; V = Frasco de vidro neutro; SP = sacos plásticos estéreis; VA = Frasco de vidro de cor âmbar; VDBO = Frasco do tipo DBO (300mL), com tampa esmerilhada.

5.17 Referências bibliográficas

- 1 LEHNINGER, A.; NELSON, D.; COX, M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. W. H. Freeman, 2008.
- 2 FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. ArtMed Editora, 2013. ISBN 8536327065.
- 3 HENNIG, O. L.; ANDREATTA, E. R. Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* ž Perez ´ Farfante , 1967. p. 167-172, 1998.
- 4 WYBAN, J.; WALSH, W. A.; GODIN, D. M. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 138, n. 95, p. 267-279, 1995. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- 5 WHITELEY, N. M. et al. Effects of water salinity on acid-base balance in decapod crustaceans. **The Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. Pt 5, p. 1003-1011, 2001. Disponível em: <<http://jeb.biologists.org>>.
- 6 VAN WYK, P. et al. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**. Florida Department of Agriculture and Consumer Services - Div of Aquaculture. Fort Pierce, p.220p. 1999
- 7 MCGRAW, W. J.; SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. **Aquaculture**, v. 236, n. 1-4, p. 285-296, 2004. ISSN 00448486.
- 8 WURTS, W. A.; DURBOROW, R. M. **Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds**. Kentucky: Southern Regional Aquaculture Center 4p. 1992.
- 9 YOU, K. et al. Effects of different light sources and illumination methods on growth and body color of shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 557-565, 2006. ISSN 00448486.
- 10 BURFORD, M. Phytoplankton dynamics in shrimp ponds. **Aquaculture Research**, v. 28, n. 5, p. 351-360, 1997. ISSN 1365-2109.
- 11 VINATEA, L. et al. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables. **Aquacultural Engineering**, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2010. ISSN 01448609.

- 12 SHIGUENO, K. **Shrimp culture in Japan**. Tokyo: AITP - Assoc. Int. Tech. Promotion, 1975. 153p.
- 13 AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology - A Practical Guidebook**. 3rd. Baton Rouge: World Aquaculture Society, 2009. ISBN 978-188880-7226.
- 14 TOURATIER, F.; LEGENDRE, L.; VÉZINA, A. Model of bacterial growth influenced by substrate C:N ratio and concentration. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 19, p. 105-118, 1999. Disponível em: <<http://www.int-res.com>>.
- 15 GARCIA-OCHOA, F. et al. Oxygen uptake rate in microbial processes: an overview. **Biochemical Engineering Journal**, v. 49, n. 3, p. 289-307, 2010. ISSN 1369703X.
- 16 SURMACZ-GORSKA, J. et al. Nitrification monitoring in activated sludge by oxygen uptake rate (OUR) measurements. **Water Research**, v. 30, n. 5, p. 1228-1236, 1996. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com>>.
- 17 KOOPS, H. P.; POMMERENING-ROSER, A. Distribution and ecophysiology of the nitrifying bacteria emphasizing cultured species. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 37, p. 1-9, 2001. Disponível em: <<http://femsec.oxfordjournals.org>>.
- 18 LIN, Y.-C.; CHEN, J.-C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 259, n. 1, p. 109-119, 2001. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.
- 19 _____. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels.v. 224, p. 193-201, 2003.
- 20 SILVA, N. D.; JUNQUEIRA, V. C.; SILVEIRA, N. F. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. In: (Ed.). **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**: Varela, 2001. ISBN 8585519363.
- 21 BRANDÃO, C. et al. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. **São Paulo: CETESB**, 2011.

Preparação dos viveiros

Antonio Ostrensky
e Ubiratã Assis Teixeira da Silva

A partir desta seção, serão discutidos os procedimentos técnicos necessários para se controlar as variáveis biológicas, físicas e químicas do viveiro em benefício de uma utilização mais racional e eficiente dos recursos disponíveis. A preparação de viveiros envolve uma série de procedimentos que devem ser observados para que se consiga atingir os níveis desejados de produtividade.

6.1 Análise de solo

Como já foi bastante discutido, depois de inundado, o solo do viveiro terá grande influência sobre a qualidade da água e nos resultados do cultivo em si. Por esta razão, o primeiro passo deve ser a análise deste solo. Não se deve confundir esta análise com aquela feita em campo para basear a escolha da área para instalação. Desta feita, a análise deverá ser feita em laboratórios especializados e os resultados serão utilizados para avaliar variáveis que afetam a produção e planejar a sua correção.

Um viveiro raramente apresenta solo uniforme. Por isso, é recomendável que o técnico colete amostras de diferentes pontos, procurando incluir todas as diferentes texturas (arenosa, siltosa ou argilosa) e todas as cores de solo (amarela, branca, vermelha, etc.) existentes no viveiro. Estas amostras deverão ser agrupadas para formar uma porção maior. As porções retiradas em cada ponto são chamadas de amostras simples. O agrupamento de diversas amostras simples constitui uma amostra composta.

A coleta em si é simples, mas é preciso tomar as seguintes precauções:

- Retirar amostras em pontos representativos de toda área.
- Coletar amostras em zigue-zague por todo o fundo do viveiro (Figura 54).
- Coletar amostras simples (com um auxílio de um trado ou de uma cortadeira), de aproximadamente 10 centímetros de profundidade do solo.
- Colocar as amostras simples em um balde ou em sacos plásticos devidamente limpos (nunca utilizar sacos usados de adubos, calcário, rações, etc., para este fim).
- Misturar, dentro do balde, as amostras simples coletadas.
- Retirar e transferir cerca de 500 g da amostra composta para um saco plástico e encaminhar a amostra para análise em um laboratório especializado.

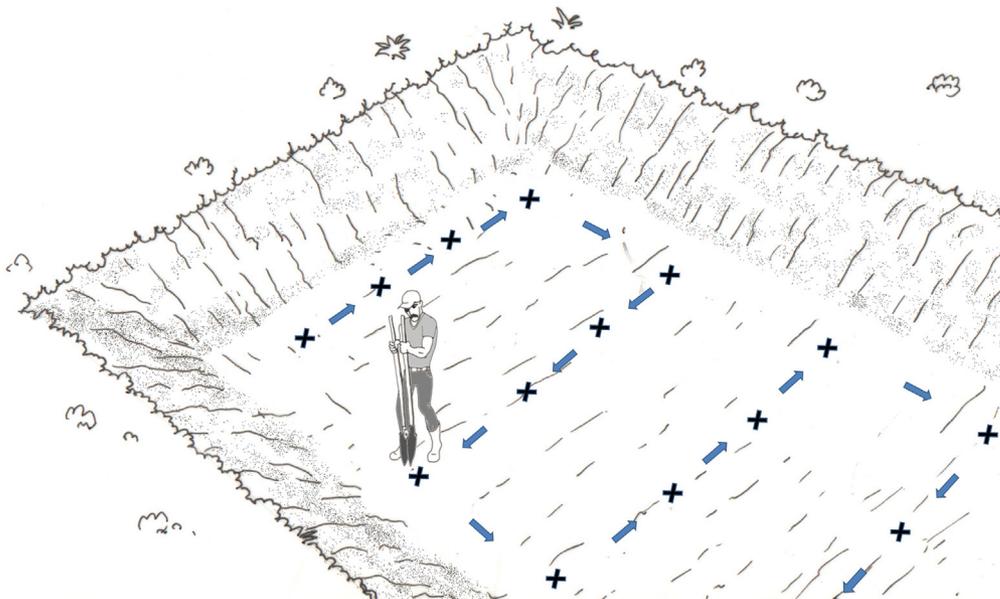


Figura 54. Representação da forma de se coletar amostras simples de solo para a obtenção de uma amostra composta a ser enviada ao laboratório.

O ideal é que, nos primeiros anos de funcionamento da fazenda, sejam feitas análises de solo pelo menos uma vez por ano em cada viveiro, porque o próprio cultivo altera as características do solo, principalmente em viveiros novos. Com o passar dos anos, o viveiro amadurece e passa a apresentar menores variações em suas características físicas e químicas ¹⁴. A análise é relativamente barata e as informações obtidas são importantes para que o produtor passe a conhecer melhor os seus viveiros.

6.2 Interpretação dos resultados da análise de solo

Na Tabela 11 são apresentados vários parâmetros de solo. A tabela pode ajudar na eventual interpretação de resultados de análises laboratoriais de solo na área pretendida para a instalação de uma fazenda.

Tabela 11. Principais elementos químicos e parâmetros relativos ao solo, bem como sua classificação. Fonte: Boyd ⁷⁵.

Variável	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
pH	< 4	4 - 6	6 - 8	8 - 9	> 9
Matéria orgânica (%)	< 0,9	0,9 - 1,7	1,7 - 4,3	4,3 - 6,9	> 6,9
Carbono (%)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 2,5	2,5 - 4	> 4
Nitrogênio (%)	< 0,15	0,15 - 0,25	0,25 - 0,4	0,4 - 0,5	> 0,5
Fósforo (ppm)	< 20	20 - 40	40 - 250	250 - 400	> 400

Variável	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Enxofre (%)	< 0,05	0,05 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 1,5	> 1,5
Cálcio (ppm)	< 1.000	1.000 - 2.000	2.000 - 4.000	4.000 - 8.000	> 8.000
Magnésio (ppm)	< 700	700 - 1.500	1.500 - .000	3.000 - 4.000	> 4.000
Potássio (ppm)	< 100	100 - 400	400 - 1.200	1.200 - 1.700	> 1.700
Sódio (ppm)	< 2.500	2.500 - 7.000	7.000 - 15.000	15.000 - 25.000	> 25.000
Ferro (ppm)	< 60	60 - 200	200 - 750	750 - 1.200	> 1.200
Manganês (ppm)	< 10	10 - 50	50 - 150	150 - 350	> 350
Zinco (ppm)	< 2	2 - 5	5 - 8	8 - 14	> 14
Cobre (ppm)	< 1	1 - 2	2 - 8	8 - 11	> 11
Silício (ppm)	< 30	30 - 100	100 - 500	500 - 750	> 750
Boro (ppm)	< 4	4 - 8	8 - 18	18 - 24	> 24
Cobalto (ppm)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 2,5	2,5 - 3,5	> 3,5
Molibdênio (ppm)	< 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 0,9	0,9 - 1,2	> 1,2
Alumínio (ppm)	< 100	100 - 200	200 - 500	500 - 600	> 600
Bário (ppm)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 3,5	> 3,5
Cromo (ppm)	< 1	1 - 2	2 - 4	4 - 7	> 7
Chumbo (ppm)	< 2	2 - 4	4 - 7	7 - 9	> 9

Normalmente, as propriedades que mais interessam à carcinicultura são aquelas apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12. Influência das propriedades químicas críticas para o solo nos cultivos de camarões.

Propriedade	Processos afetados no viveiro
pH e acidez	Disponibilidade de nutrientes, atividade microbiana, produtividade bentônica, toxicidade do íon hidrogênio
Matéria orgânica	Estabilidade dos diques, demanda de oxigênio, suprimento de nutrientes, adequação do habitat bentônico
Concentração de nutrientes	Disponibilidade de nutrientes e produtividade

Propriedade	Processos afetados no viveiro
Relação C:N	Decomposição da matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes
Enxofre	Acidificação do solo, aumento do estresse dos camarões, perda de produtividade

6.2.1 pH e acidez

Como já foi discutido, o pH varia de 0 a 14, sendo que o pH 7 indica uma condição neutra (nem ácida e nem básica). Foi visto também que determinadas condições podem sequestrar um dos íons (H^+ ou OH^-), fazendo com que o pH penda para um lado ou para o outro.

Uma destas situações ocorre frequentemente. Como já foi colocado na seção 1.2.10, em que foi discutida a escolha de áreas, solos com conteúdo mais orgânico tendem a apresentar maior acidez que solos mais pobres, devido a atividade de processamento bacteriano, que produz dióxido de carbono, reduzindo o pH.

Porém, quando o pH da água for inferior a 4,5, a fonte de acidez é certamente um ácido mais forte do que o dióxido de carbono. A principal fonte de acidez forte na maioria dos solos usados para a construção de viveiros são os íons alumínio⁷⁷. Os íons alumínio presentes no solo entram em equilíbrio com os íons de alumínio presentes na água intersticial. Com o tempo, eles passam a ser hidrolisados a hidróxido de alumínio, liberando íons H^+ e acidificando o solo. Assim, quanto maior for a concentração de íons alumínio no solo, maior será a sua acidez.

De qualquer maneira, o pH do solo é diretamente resultante de sua composição química e, como os camarões se desenvolverão em contato direto com o solo, se o pH não for adequado, o crescimento e a sobrevivência dos animais poderão ser afetados. Valores ideais de pH do solo devem estar entre 7 e 8. Estes valores também são os mais adequados para a atividade dos microrganismos que promoverão a decomposição e a mineralização dos resíduos orgânicos gerados durante os cultivos.

Por esta razão, as condições que desequilibram o pH do solo devem ser corrigidas. Devido à própria Capacidade de Troca de Cátions (CTC), a dinâmica química do solo possibilita que estes íons sejam neutralizados através da aplicação de íons alcalinos, como cálcio, magnésio, sódio e potássio no solo, durante a prática da calagem. Atualmente, existe uma série de equipamentos portáteis que fazem a leitura automática do pH do solo, não exigindo que amostras sejam necessariamente coletadas e enviadas a laboratório para análise.

Pode-se também coletar uma amostra do solo seco, misturar com água destilada, na proporção 1:1 e medir com um pHmetro comum. O resultado não é tão preciso, mas pode ser utilizado para avaliação do solo. O ideal é a utilização de um pHmetro portátil próprio para solos. O aparelho utiliza a condutividade elétrica do solo para avaliar diversos itens importantes como umidade, pH e potencial de oxiredução (Eh) ou potencial redox (Figura 55).

O potencial redox, que é uma medida da quantidade de cargas elétricas no solo. Solos bem oxigenados apresentam valores em torno de 500 mV, chegando a valores negativos em solos anaeróbicos. O equipamento é usado rotineiramente para avaliar a necessidade de incorporação de OD e calcário (gradeação do solo e calagem).

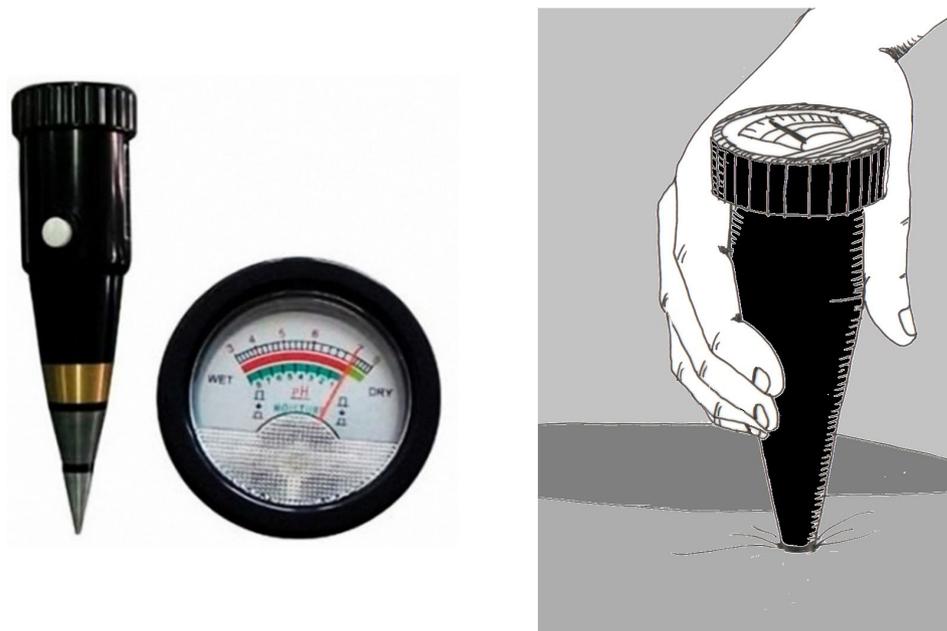


Figura 55. pHmetro portátil de solo.

6.2.2 Matéria orgânica e carbono

Os resultados das análises laboratoriais geralmente não indicam a quantidade de matéria orgânica presente no solo, mas sim a percentagem de carbono. Para estimar quantidade de matéria orgânica no solo a partir da concentração de carbono, utiliza-se o “fator de Van Bemmelen”⁷⁸, multiplicando a percentagem de carbono que aparece na análise de solo por 1,72.

Solos saturados com água serão considerados orgânicos se apresentarem concentrações de carbono a partir de 15% (Tabela 13). Esses solos devem ser evitados para a construção de viveiros, pois essa matéria orgânica vai se decompondo ao longo do tempo, acidificando-se e consumindo oxigênio dissolvido na interface água-solo do viveiro e mesmo na água intersticial (aquela que fica nos poros formados entre as partículas do solo). Se usados para a construção de diques, solos muito orgânicos passarão por um processo de compactação e poderão provocar reduções significativas da largura e da altura desses diques durante os dois primeiros anos.

Solos ideais para a carcinicultura devem conter entre 1-3% de carbono orgânico em sua composição (ou entre 1,7 e 5,1% de matéria orgânica).

Tabela 13. Classificação das concentrações de carbono orgânico no solo de viveiros ⁷⁹.

Carbono orgânico (%)	Avaliação
> 15	Solo orgânico
3,1- 15	Solo mineral com alto teor de matéria orgânica
1- 3	Solo mineral com moderado teor de matéria orgânica, são os mais adequados para a carcinicultura
< 1	Solo mineral, baixo teor de matéria orgânica, que não suporta um bom desenvolvimento do bentos

6.2.3 Concentrações de nutrientes

Os nutrientes mais importantes em viveiros de cultivo de camarões são o nitrogênio e o fósforo. Se estiverem presentes em concentrações muito baixas, irão limitar a produção primária e secundária e, conseqüentemente, a produção de detritos, usado também como alimento natural pelos camarões cultivados.

Existe uma grande interação entre o fundo do viveiro e os nutrientes presentes na água. Como foi visto acima, dependendo do tipo de partículas que caracterizam o solo, a CTC será mais ou menos intensa.

Viveiros cujo solo apresenta altos teores de argila têm alta CTC, além de uma maior Área de Superfície Específica (ASE). Como estas partículas são carregadas negativamente, adsorverão como uma espécie de “esponja” o fósforo disperso na água, pelo menos até o limite máximo da sua saturação ⁸⁰. Pela mesma razão, solos argilosos são difíceis de corrigir através das calagens regulares ⁷⁶.

Solos com pH corrigido (próximo ao neutro), por outro lado, reduzem sua capacidade de adsorver o fósforo presente na água.

O fósforo pode ainda se tornar indisponível a partir da sua ligação com o cálcio, ferro e o alumínio presentes no solo. Por tudo isso, muito pouco do fósforo que se liga ao fundo do viveiro volta a ser solúvel em água ⁸¹.

O nitrogênio, por sua vez, não é adsorvido pelos solos. Solos naturalmente orgânicos sofrem uma forte mineralização e esse nitrogênio acaba sendo devolvido à coluna d’água na forma de amônia. Solos arenosos geralmente apresentam moderados teores de matéria orgânica e por isso não liberam quantidades significativas de nitrogênio, justamente porque as concentrações são naturalmente baixas.

6.2.4 Relação C:N

Como comentado anteriormente, a relação entre o carbono e o nitrogênio (C:N) tem influência direta no crescimento dos microrganismos presentes no solo e na água e, por conseqüência, na taxa de mineralização da matéria orgânica e na liberação dos nutrientes para o sistema.

A relação C:N ideal é por volta de 5:1. Viveiros com elevadas concentrações de matéria orgânica tendem a apresentar maiores quantidades relativas de carbono (relações C:N mais altas) e a desenvolver zonas anaeróbias na interface sedimento-água. Relações C:N elevadas sugerem que o fundo do viveiro acumula matéria orgânica estável, que se decompõe a uma velocidade lenta ⁸². Este fenômeno geralmente leva esse tipo de viveiro a apresentar baixa produtividade natural.

6.2.5 Enxofre

Se a concentração total de enxofre for maior que 0,75%, o solo é considerado potencialmente sulfuroso-ácido. Ao se expor esse tipo de solo ao ar ele pode reagir com o oxigênio atmosférico e gerar ácido sulfúrico no fundo do viveiro, reduzindo ainda mais o seu pH, que poderá chegar próximo a 3,0 ⁸³, tornando-se fatal para os camarões (maiores informações na seção 1.2.10.4).

6.3 Correção do solo

6.3.1 Calagem

Com o resultado da análise em mãos, o próximo passo será a correção do pH. O principal aliado na correção do solo de viveiros é o procedimento conhecido como calagem. A aplicação de cal ou de calcário (que pode estar na forma de carbonato, óxido ou hidróxido de cálcio ou de magnésio), neutraliza a acidez do solo. Geralmente, os produtos mais utilizados são o calcário calcítico (CaCO_3), o calcário dolomítico ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), o óxido de cálcio, a cal virgem (CaO) e o hidróxido de cálcio, ou cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ⁸⁴.

O calcário dolomítico apresenta vantagens sobre o calcário calcítico, porque além de conter no mínimo 4% de magnésio, ele é mais efetivo na manutenção da alcalinidade da água. A cal hidratada provoca um aumento rápido no pH do meio, podendo atingir um pico de pH superior a 9, antes de se estabilizar em torno de 7. A cal virgem apresenta a mesma característica com o “agravante” de que a reação de hidratação é exotérmica e provoca um aumento vertiginoso na temperatura do meio por alguns minutos, antes de se estabilizar na temperatura ambiente ⁸⁵. Estas características determinam que o uso da cal, tanto hidratada ou virgem, deve ser realizado em situações específicas, que serão comentadas adiante.

A calagem é um processo muito importante na preparação de um viveiro e tem como objetivo dar condições para que os demais procedimentos de manejo possam ter sucesso, principalmente a fertilização dos viveiros.

O calcário tem a função de:

- Elevar o valor do pH do solo: Em viveiros com solo excessivamente ácidos, há uma tendência de que a água também o seja. Com o pH ácido fica mais difícil promover o aumento do fitoplâncton e, além disso, os camarões podem apresentar problemas de crescimento;
- Diminuir a retenção de fósforo no fundo dos viveiros: Grande parte do fósforo que será utilizado como fertilizante, para promover o crescimento do fitoplâncton, poderá ser adsorvido e ficar retido no solo. A aplicação de calcário

aumenta o pH e isso reduz a tendência do fósforo ficar retido no solo, aumentando a sua disponibilidade para o fitoplâncton;

- Aumentar a quantidade de gás carbônico disponível para a fotossíntese: O calcário ou a cal, adicionado ao solo reagirá com a água e produzirá gás carbônico. O fitoplâncton precisa desse gás para realizar a fotossíntese;
- Para diminuir a turbidez da água e a quantidade de material em suspensão. As partículas de calcário se associam às de argila, tornando essa partícula mineral mais pesada, facilitando a sua decantação.
- Promover o crescimento e/ou a manutenção populacional das bactérias desejáveis no viveiro. Bactérias heterotróficas crescem melhor em meio próximo da neutralidade, enquanto bactérias patogênicas, fungos e actinomicetos preferem solos ácidos.
- Mas, o mais importante é que as calagens, quando usados compostos a base de carbonatos, aumentam a alcalinidade da água.

O calcário pode ser adicionado diretamente na água, se o objetivo for aumentar a reserva alcalina, clarear a água ou aumentar a quantidade de gás carbônico para a microalga. Mas, caso seja necessária a correção do solo, ela precisa ser feita com o viveiro seco, antes de inundá-lo.

É altamente recomendável que se incorpore o calcário no solo, utilizando arado mecanizado ou até mesmo com enxada, já que os resultados finais serão melhores. Quanto mais fino for o calcário utilizado, mais facilmente ele será incorporado ao solo.

Para calcular a quantidade de calcário deve-se ter como referência os resultados da análise laboratorial feita anteriormente. Compreensivelmente, quanto mais baixo for o pH do solo, mais material será usado para corrigi-lo. Porém, a textura do solo também concorre para determinar a quantidade de corretivo necessário. Na Tabela 14, são apresentadas as quantidades recomendadas para cada situação.

Tabela 14. Quantidade de calcário (em Kg de CaCO₃/ha) que deverá ser aplicada para correção do solo segundo a textura do solo ⁸⁶.

pH do solo	Textura do solo		
	Argilosa	Argilo-arenosa	Arenosa
< 4	14.320	7.160	4.475
4,0 - 4,5	10.780	5.370	4.475
4,6 - 5,0	8.950	4.470	3.580
5,1 - 5,5	5.370	3.580	1.790
5,6 - 6,0	3.580	1.790	896
6,1 - 6,5	1.790	1.790	0
> 6,5	0	0	0

O material deverá ser espalhado por toda a superfície do viveiro. O ideal é fazer a aplicação de calcário duas ou três semanas antes de se fertilizar os viveiros, pois em um primeiro momento, o calcário irá reduzir as quantidades de fósforo e de CO₂ disponíveis. Depois de alguns dias reagindo com a água, ele faz aumentar novamente essas concentrações.

6.3.2 Correção de solos limítrofes

Na maioria das vezes, não se descarta uma determinada área potencialmente utilizável para a carcinicultura apenas pelo solo apresentar características aquém do ideal para a atividade. Há casos em que as características negativas são de intensidade leve ou moderada, podendo ser tecnicamente corrigidas. Nessas condições é necessário, contudo, analisar a viabilidade econômica destas correções.

6.3.2.1 Correção de solos arenosos

A principal característica de viveiros construídos em solos arenosos é a sua alta taxa de percolação (infiltração). Devido à presença da areia, especialmente quando a fração mais grossa predomina sobre a fina, estes solos apresentam sérias limitações com relação à capacidade de retenção de água nos viveiros. Solos arenosos apresentam ainda baixa capacidade de adsorção de fósforo e de outros nutrientes; lixiviação acentuada de nitratos, ressecamento rápido, alta taxa de decomposição da matéria orgânica e virtual ausência de reservas de nutrientes.

Geralmente são pobres em matéria orgânica (menos que 1%) e demais nutrientes, tanto macros quanto micronutrientes. A baixa concentração de nitrogênio presente nesse tipo de solo dificulta a fertilização do viveiro, pois as bactérias presentes no solo costumam incorporar o nitrogênio disponível, retirando-o da coluna d'água. Com menores concentrações de nitrogênio a disposição, as microalgas têm dificuldade para se desenvolver.

Técnicas de correção de solos arenosos

Para corrigir solos arenosos, será preciso incorporar quantidades significativas de matéria orgânica no fundo dos viveiros entre os ciclos de produção. Além de aumentar o teor orgânico do solo, este material irá se acumulando nos espaços intersticiais do sedimento, e com o passar do tempo, irá reduzir as taxas de infiltração, aumentando a capacidade de retenção de água do viveiro.

- Uma possibilidade é aplicar 32 kg/ha/semana de esterco de frango, juntamente com 25 kg/ha/semana de nitrato de amônio ou de nitrato de cálcio ou ainda aplicar o esterco de galinha, complementado com 18,5 kg/ha/semana de ureia. Outros tipos de esterco podem ser também utilizados. A vantagem do esterco de frango é que ele é menos fibroso e, portanto, mais fácil de ser mineralizado pelas bactérias.

Técnicas de correção de solos arenosos

- Através do processo de aragem do solo, o esterco pode ser incorporado na razão de 1.000 kg por hectare. Se a relação C:N da matéria orgânica que está sendo aplicada for maior do que 10:1, é necessário aplicar ureia ou (preferencialmente), nitrato de sódio ou cálcio, para elevação das concentrações de nitrogênio, na relação recomendada de 50 kg/ha.

6.3.2.2 Correção de solos orgânicos

Solos com excesso de matéria orgânica são geralmente ácidos e apresentam uma deficiência crônica de oxigênio e nitrogênio. Tais características favorecem o desenvolvimento de fungos e inibem o desenvolvimento de bactérias decompositoras e mineralizadoras. Solos assim provocam estresse nos camarões, dificultando a sua muda, crescimento e osmorregulação, além de afetarem a estabilidade do fitoplâncton no viveiro ⁷⁵.

O excesso de matéria orgânica do solo pode ser oxidado antes do enchimento dos viveiros através da mesma técnica recomendada durante o manejo dos cultivos, ou seja, ajustando a relação C:N da camada superficial do solo, que nestes casos geralmente é muito alta ¹⁴. Concentrações de matéria orgânica no solo superiores a 4% já recomendam correção.

Técnicas de correção de solos orgânicos

- O tratamento deve ser feito com solo úmido, para facilitar a ação das bactérias.
- São recomendados 11 kg de ureia ou de nitrato de sódio (apesar de ser mais caro, este último é um oxidante mais eficiente) por hectare para cada 1% de matéria orgânica que exceder o limite de 3% de matéria orgânica presente no solo.
- Depois de 1 ou 2 dias, deve-se aplicar 2.000 kg/ha de calcário calcítico ou dolomítico e utilizar um arado para revirar e arar o solo do viveiro.
- Caso a concentração de matéria orgânica no solo seja superior a 5%, recomenda-se aplicar 2.000 kg de hidróxido de cálcio (cal hidratada) antes do povoamento do viveiro.

O nitrogênio é aplicado como forma de reduzir a relação C:N para valores próximos aos ideais e o calcário para elevar o valor do pH mais próximo ao 7, patamar em que as bactérias mineralizadoras apresentam maior atividade biológica. É importante entender que, ao incrementarem sua atividade, as bactérias passarão a consumir mais oxigênio e produzir mais CO₂, reduzindo o pH. Na Tabela 15, é possível perceber esta relação.

Tabela 15. Relação entre a percentagem de nitrogênio na matéria orgânica e o consumo de oxigênio dissolvido pelas bactérias decompositoras.

Nitrogênio (%)	Consumo de OD (mg/L/dia)
1,48	0,22
3,29	0,64
3,83	0,93
5,92	1,86

O calcário aumenta a reserva alcalina e evita que essa queda de pH interfira na ação bacteriana. Os procedimentos indicados reduzem, em média, a matéria orgânica em até 18% a cada ciclo.

No entanto, solos excessivamente orgânicos não respondem satisfatoriamente a estes procedimentos e apresentarão problemas crônicos relacionados ao pH, razão pela qual devem ser excluídos previamente do processo de escolha das áreas para a implantação da fazenda.

6.3.2.3 Correção de solos sulfurosos-ácidos

Solos sulfurosos são aqueles que apresentam elevadas concentrações de compostos baseados em enxofre. Solos com concentrações excessivas de compostos sulfurosos já deveriam ter sido evitados durante a escolha das áreas para implantação da fazenda. Porém, viveiros construídos em solos moderadamente sulfúricos podem ser utilizados, desde que se entenda que sempre demandarão cuidados para evitar a formação de ácido sulfúrico e a conseqüente redução no pH.

Não existem procedimentos de manejo capazes de corrigir definitivamente o problema, apenas permitem que seja possível conviver com ele. A técnica a seguir tem por objetivo acelerar a lixiviação dos compostos sulfurados das camadas superficiais do solo, mas terão pouco efeito sobre as camadas mais profundas⁸⁷.

Técnicas de correção de solos sulfáticos

- Inicialmente é preciso secar o fundo do viveiro e gradeá-lo.
- Depois, deve-se enchê-lo com água salobra até a sua altura operacional máxima, cuidando para que não transborde.
- Durante esse processo, monitora-se a queda do pH, que provavelmente atingirá valores abaixo de 4, na primeira vez.
- Após a estabilização do pH, deve-se drenar o viveiro e repetir esta operação até o pH se estabilize em valores superiores a 5.
- Uma vez que o último ciclo de secagem e reenchimento esteja completo, espalha-se calcário agrícola sobre o fundo do viveiro, em uma concentração de 500-1.000 kg/ha.

Como o topo dos diques e o talude, construídos com esse mesmo tipo de solo, estão continuamente expostos ao ar, durante as chuvas o ácido sulfúrico acaba sendo drenado para dentro dos viveiros. Nesses casos, é preciso fazer um tratamento também nos dos diques:

- Em torno das bordas da crista dos diques dos viveiros são construídos pequenos anteparos com tábuas de madeira ou com o próprio solo, de forma a produzir pequenas piscinas rasas. Estas piscinas devem ser preenchidas com água salobra de forma que toda a superfície de solo fique inundada. Quando drenar os viveiros, drenam-se também as piscinas.
- Deve-se repetir este tratamento das cristas juntamente com o tratamento do fundo dos viveiros.
- Finalmente, deve-se remover os anteparos e espalhar calcário agrícola sobre os topos e laterais dos diques na concentração de 0,5-1,0 kg/m².

Além desses procedimentos, a plantação de uma vegetação rasteira (grama), tolerante a solos ácidos, ajuda a reduzir a produção de formas ácidas no topo dos diques. Outra medida prática é instalação de uma valeta rasa para coletar a água da chuva que cai sobre a crista e enviar para longe dos viveiros.

Mesmo com o tratamento, após a despesca, viveiros com esse tipo de solo não devem ser mantidos completamente secos por muito tempo para se evitar a formação de compostos acidificantes. O ideal é manter, sempre que possível, uma pequena quantidade de água, o suficiente para cobrir o fundo, aplicando calcário nas quantidades adequadas. Após esse procedimento, o viveiro poderá ser fertilizado para promover o crescimento do fitoplâncton.

6.4 Inundação dos viveiros

Com o solo devidamente preparado, os viveiros estão prontos para o enchimento inicial. Os procedimentos de fertilização deverão ocorrer concomitantemente ao enchimento, conforme será discutido adiante.

A água que abastece os viveiros deve ser previamente decantada, para evitar o excessivo ingresso de material particulado em suspensão. Caso a fazenda seja adequadamente planejada, é possível fazer isso sem elevar sobremaneira os custos com a construção.

Antes do enchimento dos viveiros, os quadros telados de madeira devem ser encaixados nos sulcos dos monges. Estes quadros são fundamentais para se evitar a entrada de predadores e o escape dos camarões, mas se configuram como uma barreira ao fluxo natural de água. Por isso, a troca das telas deverá fazer parte do manejo básico de cultivo. No início, enquanto os camarões ainda são pequenos, os quadros de madeira inseridos nas canaletas de entradas dos monges utilizam pequena abertura de malha. À medida que o camarão cresce, com o decorrer do cultivo, telas maiores e com maior vazão deverão ser instaladas⁹.

Uso de telas para evitar a entrada de organismos indesejados no viveiro

- Inicialmente deve ser utilizado um quadro com tela de 600 μm de abertura de malha. Este quadro deve ser mantido desde o enchimento dos viveiros até por volta do 35º dia.
- Entre o 35º e o 50º dia de cultivo, o quadro deve ser trocado por outro, com tela de 2 mm de abertura de malha, para aumentar a vazão de entrada da água. A partir do 51º dia e até o final do cultivo, o quadro poderá ser substituído por outro de malha 4 mm.

Como diversas espécies aquáticas bentônicas estão sempre procurando um substrato submerso para fixação, existe uma tendência de rápida incrustação por organismos epibiontes (organismos irão se assentar sobre as malhas e telas). Por conta disso, a limpeza das telas também é parte fundamental do manejo da fazenda. As ranhuras para o encaixe do quadro telado também sofrem com os epibiontes, o que pode tornar muito difícil o manejo das telas. Devido à pressão da água sobre a tela, é recomendado que, semanalmente, esses quadros sejam invertidos de lado, aumentando-se assim a sua vida útil.

Se desejar aumentar a eficiência de filtração, o produtor poderá utilizar filtros com malhas ainda menores, porém posicionadas do lado de dentro das comportas de entrada, na mesma ranhura que será usada para a fixação do bag-net, no momento da despesca (Figura 56). O uso desses filtros deve ser feito de forma complementar aos quadros telados e, embora eficientes, exigem limpeza diária para não entupirem, o que aumenta o custo com mão de obra.

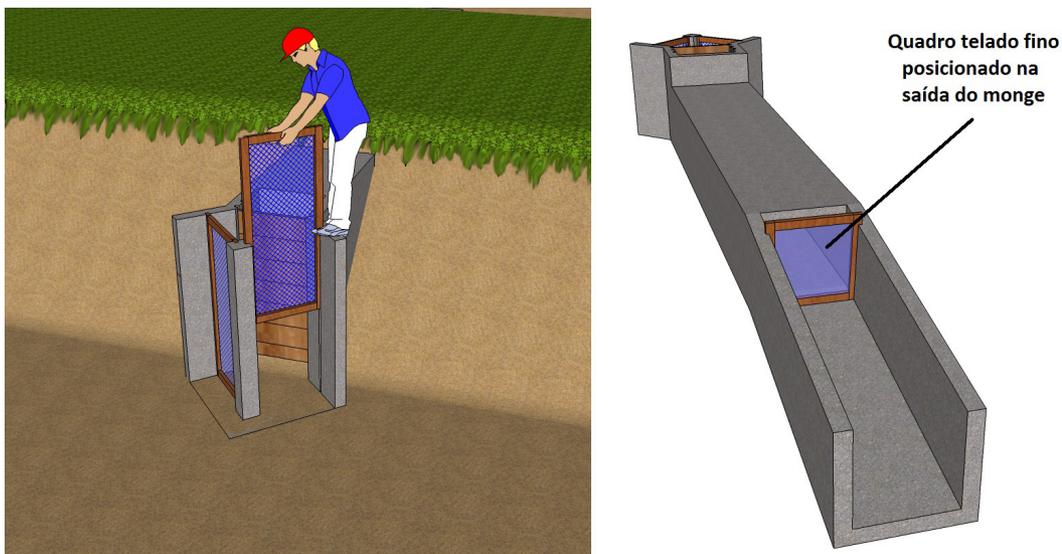


Figura 56. Detalhes dos quadros telados instalados na comporta de entrada de água do viveiro antes do início dos cultivos.

6.5 Fertilização dos viveiros

Viveiros bem preparados são ecossistemas complexos, onde diferentes níveis tróficos (produtores, consumidores, saprófitos) interagem. Por isso não basta apenas corrigir o pH do solo e regular seu teor de matéria orgânica. É preciso também promover a fertilização da água.

Os nutrientes mais importantes para o crescimento do fitoplâncton são nitrogênio (N) e o fósforo (P). Estes elementos estão presentes naturalmente na água que ingressa nos viveiros de cultivo de camarões, mas em quantidades muito pequenas. Por isso, para que este ecossistema se equilibre mais rapidamente, os viveiros devem ser fertilizados, ou seja, é necessário que se aplique fertilizantes (adubos) químicos ou orgânicos, ricos em nutrientes.

No entanto, é muito importante considerar que tanto o nitrogênio (N) quanto o fósforo (P), não permanecem muito tempo dispersos na água. Parte dos nutrientes é rapidamente incorporada pelos organismos vivos ou se perdem para o ambiente. Esta é a razão pela qual não se recomenda a aplicação de doses elevadas de fertilizantes de uma vez só, por que grande parte pode ser perdida. Já foi observado que até 2/3 do fósforo adicionado poderia ser perdido para os colóides do solo ⁸⁸.

Por conta desta perda de nutrientes, em um programa de fertilizações, o processo pode (e frequentemente deve) ser repetido diversas vezes durante o cultivo. Por isso, além da fertilização inicial, feita durante o primeiro enchimento do viveiro, fertilizações de manutenção devem ser realizadas rotineiramente com os viveiros já cheios e operando.

6.5.1 Uso de fertilizantes químicos

A fertilização visando o enriquecimento da água é o último passo antes de se iniciar o povoamento dos viveiros. A princípio, todos os fertilizantes utilizados na agricultura podem também ser utilizados na carcinicultura (Tabela 16). O importante é que contenham em sua formulação os elementos ou compostos necessários para promover o desenvolvimento do fitoplâncton.

Os fertilizantes mais comuns costumam conter nitrogênio (N), fósforo (P), na forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5), e potássio (K), na forma de monóxido de potássio (K_2O). Por exemplo, um fertilizante denominado 20:20:5 contém 20% de nitrogênio, 20% de P_2O_5 , e 5% de K_2O . Como na água salobra ou salgada, o potássio é geralmente abundante, raramente precisará ser adicionado com o objetivo de desenvolver o fitoplâncton.

É muito difícil ter controle absoluto sobre as espécies de microalgas que responderão ao processo de fertilização. No entanto é possível favorecer o crescimento das diatomáceas, consideradas mais adequadas ao cultivo de camarões marinhos, através da utilização de silicato de cálcio ($CaSiO_3$), em concentrações de até 75 Kg/ha/semana. O silício é parte integrante da frústula (nome dado ao esqueleto externo das diatomáceas).

O fertilizante mais usado como fonte de nitrogênio é a uréia, principalmente porque é um produto relativamente mais barato que as outras opções. Já os fertilizantes à base de nitrato apresentam melhores resultados, mas, por outro lado, são bem mais caros.

Tabela 16. Fertilizantes químicos utilizados e as respectivas concentrações de nutrientes. Fonte: Fao ⁸⁹.

Fertilizante	Relação entre nutrientes		
	(%)	P_2O_5	K_2O
Diamônio fosfato	18	48	0
Metafosfato de cálcio	0	62-64	0
Monoamônio fosfato	11	48	0
Nitrato de amônio	33-35	0	0
Nitrato de cálcio	15	0	0
Nitrato de potássio	13	0	44
Nitrato de sódio	16	0	0
Sulfato de amônio	20-21	0	0
Sulfato de potássio	0	0	50
Superfosfato simples	0	18-20	0
Superfosfato triplo	0	44-54	0
Ureia	45	0	0

Quando a opção for pela utilização de fertilizantes químicos, a fertilização inicial deve ser feita com um pouco de água no viveiro (cerca de 40-50 cm de profundidade é o suficiente). Isso significa que a fertilização deve ser feita juntamente com o início do processo de inundação do viveiro. Quando forem utilizados adubos orgânicos, como será discutido adiante, a fertilização deverá ser realizada com o viveiro ainda seco.

Os fertilizantes químicos devem ser sempre dissolvidos em água antes da aplicação porque isso aumenta a sua eficiência e reduz perdas. A solubilidade dos fertilizantes na água depende do tamanho da sua partícula, de sua composição química e ainda da temperatura da água. Alguns se diluem facilmente, como é o caso da ureia. Outros são tão pouco solúveis que precisam ser diluídos em água quente, como é o caso do superfosfato triplo. Determinados fertilizantes já são comercializados na forma líquida, o que é uma vantagem porque são até 4 vezes mais solúveis na água que os fertilizantes sólidos.

Os fertilizantes à base de fosfato (monoamônio fosfato, diamônio fosfato e meta-fosfato de cálcio) mantêm-se por mais tempo na água que os superfosfatos, tanto do tipo “simples” quanto o “triplo”. Este fato pode ser explicado por apresentarem um pH levemente inferior, o que, associado à ausência de cálcio na sua fórmula, lhes confere menor densidade e maior solubilidade, reduzindo a sua velocidade de adsorção pelo solo.

Técnicas de fertilização inicial dos viveiros

- Quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 30 cm, fertilizar (com fertilizante na forma líquida) e aguardar por 2 dias (pode-se aplicar nessa fertilização inicial 9 kg/ha de ureia e 0,9 kg/ha de superfosfato triplo previamente dissolvidos em água);
- Quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 60 cm, aplicar 14 kg/ha de ureia e 1,4 kg/ha de superfosfato triplo, também previamente dissolvidos;
- Repetir a operação quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 1,0 m;
- Esperar 2-4 dias para que ocorra o aumento da quantidade de alimentos naturais, antes da transferência das PLs;
- Se a água do viveiro não adquirir uma coloração marrom ou amarelada, pode-se aplicar 90 kg/ha de calcário, para estimular os blooms de fitoplâncton;
- Fertilizar o viveiro semanalmente, dividindo a quantidade total de fertilizantes a ser aplicada em 3 doses (podem-se aplicar doses máximas de manutenção de 23 kg/ha de ureia e 2,3 kg/ha de superfosfato triplo). Outra parte da matéria orgânica poderá ser metabolizada e utilizada para produção de material celular, necessário para o crescimento e reprodução das próprias bactérias.

Viveiros novos geralmente não possuem comunidades bentônicas estabelecidas e nem quantidades significativas de matéria orgânica, por isso podem requerer uma maior quantidade inicial de fertilizantes durante o seu preparo que os viveiros mais antigos. Porém, as quantidades de fertilizantes utilizadas não devem ser exageradas, pois isso, além de causar desperdícios, também pode prejudicar os cultivos. Excessos de fosfato na água podem interferir na calcificação do exoesqueleto dos camarões. Já o excesso de ureia pode levar a um aumento da concentração de amônia na água, que é tóxica para os camarões.

Nos tempos em que a carcinicultura era praticada em regime extensivo, havia uma grande preocupação com o rápido estabelecimento de certas comunidades de organismos bentônicos, conhecidas como “lab-lab” (uma associação entre microalgas diatomáceas e cianofíceas) e de “lumut” (filme composto por bactérias e algas filamentosas com uma série de organismos associados) no fundo do viveiro. Esta técnica do enchimento escalonado, intercalado por fertilizações, foi desenvolvida para estimular estas comunidades micro e fitobentônicas.

Porém, *L. vannamei* não aproveita tão bem o lab-lab ou lumut quanto outras espécies de camarão marinho, preferindo se alimentar de detritos ou de organismos do zooplâncton e do bentos. Por esta razão, um ou dois dias antes da transferência dos camarões para os viveiros de engorda, recomenda-se que sejam espalhados cerca de 20 kg/ha de ração por todo o viveiro, como forma de estimular esta fauna bentônica, que servirá como alimento natural para as PL's.

6.5.2 Uso de fertilizantes orgânicos

Outra forma de fertilizar os viveiros é através do uso de adubos orgânicos, o que quase sempre significa uso de esterco bovino, suíno ou aviário. Há imensas diferenças entre usar adubos químicos e adubos orgânicos, a começar pela quantidade de nutrientes que encontramos em cada um deles, que é relativamente menor nestes últimos. Além disso, as concentrações dos nutrientes costumam variar muito, dependendo de uma série de fatores, sendo assim muito difícil prever com precisão o resultado das fertilizações (Tabela 17).

Por isso, a quantidade de esterco que deve ser aplicada para se obter um mesmo efeito é sempre muito maior que a quantidade de fertilizantes químicos. Um quilo de ureia contém tanto nitrogênio quanto em 75 kg de esterco bovino. Um quilo de superfosfato triplo tem tanto fósforo quanto em 167 kg de esterco suíno.

Tabela 17. Concentração aproximada de nutrientes em esterco fresco de diversos animais. Fonte: Boyd e Tucker ⁹⁰.

Origem do esterco	Concentração			
	(%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Gado leiteiro	85	0,5	0,2	0,5
Gado de corte	85	0,7	0,5	0,5
Equino	78	0,7	0,3	0,6

Origem do esterco	Concentração			
	(%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Suíno	87	0,5	0,3	0,4
Ovíno	68	1,0	0,5	1,2
Cama de aviário	22	3,5	3,0	2

Os grandes volumes de esterco necessários em programas de fertilização orgânica podem se tornar um grande desafio logístico. Transportar e armazenar grandes quantidades de esterco envolve custos altos e, por isso, seu uso não é obrigatoriamente mais econômico que adubos químicos.

Outro problema no uso de esterco é que os nutrientes não estão imediatamente disponíveis, principalmente se esse esterco não for fresco. No esterco fresco, uma parte é líquida e outra sólida. No caso do esterco bovino, por exemplo, 43% do nitrogênio, 4,8% do fósforo e 60% do potássio estão na fração líquida (Tabela 18) e serão perdidas quando do uso do esterco seco.

Tabela 18. Quantidade de nutrientes presente em uma tonelada de esterco bovino fresco.

Nutrientes	Parte sólida (690kg)	Parte líquida (310kg)	Total (1.000kg)
Nitrogênio	2,85	2,15	5
Fósforo	2,38	0,12	2,5
Potássio	2,00	3,00	5,0

Já os nutrientes presentes na fração sólida precisarão passar pelo processo de mineralização bacteriana antes de se tornarem disponíveis para o fitoplâncton. A mineralização, como será visto a seguir, é um processo lento e que consome bastante oxigênio.

Lembrando o que foi discutido anteriormente, a capacidade natural do ambiente em processar matéria orgânica pode ser aumentada ajustando a proporção C:N em torno de 5:1. Assim, recomenda-se complementar a fertilização orgânica com um fertilizante químico nitrogenado para estimular a biomassa bacteriana. Com isso, após o enchimento do viveiro, a oxidação bacteriana do esterco se acelera e facilita a liberação dos nutrientes na água.

A fertilização orgânica em números

Considerando que a preparação do viveiro será feita usando cama de aviário, na proporção de 1.000 kg/ha e que essa cama de aviário contenha 35% de carbono orgânico e 3,5% de nitrogênio (ou seja, uma relação C:N 10:1 em termos de matéria seca), tem-se que:

- Desses 1.000 kg de esterco, 350 kg (35%) é carbono e 35 kg (3,5%) é nitrogênio;
- Como as bactérias aproveitam cerca de 50% do carbono existente nesse esterco para formação de sua biomassa, 175 kg de carbono serão aproveitados;
- Como 50% da biomassa das bactérias é composta por carbono, a biomassa bacteriana máxima potencial a ser produzida com a utilização de 1.000 kg de cama de aviário será de 350 kg;
- Como 20% da biomassa das bactérias é composta por nitrogênio (5:1), 350 kg de biomassa bacteriana conteriam 70 kg de nitrogênio;
- Como na cama de aviário havia 35 kg de nitrogênio e as bactérias precisariam incorporar 70 kg, o total de nitrogênio a ser adicionado para equilibrar a relação 5:1 seria de 35 kg ($35 \text{ kg} + 35 \text{ kg} = 70 \text{ kg}$);
- Ou seja, 1.000 kg de cama de aviário seriam suficientes para se produzir 350 kg de bactérias que irão decompor o restante do esterco adicionado, liberando fósforo e outros elementos (micro e macro) para a água. Mas para isso, seria necessária a adição de mais 35 kg de nitrogênio para equilibrar a relação C/N em 5:1;
- O esterco, neste caso, não deve ser visto como uma fonte de nitrogênio. Ao contrário, se não for adicionado, as bactérias podem retirar parte deste elemento diretamente da água, diminuindo a quantidade de nitrogênio disponível para o fitoplâncton;
- Além disso, os 350 kg de carbono contidos nessa cama de aviário consumiriam pelo menos cerca de 650 kg de oxigênio para serem completamente mineralizados. Se ao invés de 1 tonelada de esterco tivessem sido adicionados 37 kg de uréia e 3,7 kg de fosfato triplo por ha, como recomendado acima, os nutrientes seriam disponibilizados.

Mas, se o esterco é pouco eficiente, pois geralmente apresenta uma relação C:N desbalanceada; se pode apresentar alto custo de transporte e de armazenagem; se exige muito mais mão de obra para ser aplicado; por que fertilizar viveiros com esterco ainda é uma prática frequentemente utilizada?

A resposta é que existem diversas situações em que as características dos fertilizantes orgânicos são naturalmente vantajosas. Como foi comentado na seção sobre correção de solos, terrenos arenosos são geralmente pobres em matéria orgânica, além de apresentarem alta VIB. Nestes casos, o uso de fertilizantes orgânicos é altamente recomendado.

Além disso, adubos orgânicos apresentam um grande número de microelementos em sua constituição, ao contrário dos adubos químicos, o que faz com que os resultados obtidos com o uso de adubos orgânicos sejam bastante satisfatórios.

Geralmente, sua utilização é mais recomendada quando a produção se dá na própria fazenda ou na região do entorno. Por esta razão, devido à grande quantidade necessária para que atinja seu efeito, seu uso está ligado diretamente à logística de sua aquisição, transporte e armazenamento.

Uma diferença importante no manejo de fertilizantes orgânicos está no enchimento do viveiro. Ao contrário do que foi recomendado para os fertilizantes químicos, a aplicação de fertilizantes orgânicos deverá ser feita com os viveiros ainda secos, de preferência após o gradeamento para aeração do solo e a correção do pH por calagem. Neste caso, pode-se aplicar até 1.000 kg de esterco por hectare.

Uma alternativa para reduzir os efeitos deletérios da adição de esterco sobre a qualidade da água é promover a fermentação do esterco antes de utilizá-lo como fertilizante. A fermentação da matéria orgânica presente nos estercos diminui a DBO provocada pelos mesmos; disponibiliza mais rapidamente os nutrientes para o fitoplâncton; reduz ou inativa eventuais microrganismos patogênicos presente nesse material; além de reduzir a toxicidade desses resíduos.

O esterco maduro é considerado um adubo orgânico estabilizado. Mas, para se chegar a essa estabilização é prudente assegurar um tempo mínimo de fermentação e de decomposição dos resíduos, antes de usá-los como fertilizante. Para cada tipo de resíduo, mecanismos seguros para acelerar a decomposição da matéria orgânica podem ser adotados. Para o dejetos líquido, pode-se usar agitação com motor e hélice, de maneira a manter a matéria orgânica em movimento, o que permite o aumento da concentração de oxigênio e a multiplicação das bactérias decompositoras.

A compostagem constitui em um processo muito eficiente e seguro para o tratamento de esterco sólido, desde que bem conduzida. Para isso, deve-se levar em consideração o binômio tempo e temperatura, para que esses resíduos passem por processos de fermentação e a inativação de possíveis contaminantes, além de sua adequação química, física e microbiológica⁹¹.

Quando submetidos à fermentação aeróbica, os esterco perdem carbono, principalmente na forma de CO₂, e isso resulta em um resíduo final de melhor qualidade, em função da mineralização do nitrogênio e da solubilização parcial de alguns nutrientes.

Outras técnicas de fertilização, que utilizam adubos de origem orgânica que não o esterco, têm sido empregadas com sucesso. A farinha de amendoim, bem como a

de trigo ou de soja, na proporção de 100 kg/ha/semana, pode ser utilizada para aumentar o teor de matéria orgânica, principalmente em viveiros com solos arenosos. A aplicação deste material pode ser repetida uma vez por mês

Recomenda-se também a aplicação de 5-20 kg/ha de torta de soja antes da estocagem das PL's, para aumentar a produção de alimento natural.

Como já foi dito, as diatomáceas são o tipo ideal de microalgas para os viveiros de carcinicultura e a forma de estimular este grupo específico é aumentar o teor de sílica da água de cultivo. Uma alternativa de fertilização orgânica ao uso do silicato de cálcio é a aplicação de farelo de arroz que também é rico em sílica. Recomenda-se aplicação na proporção de 100 kg/ha/semana. Para promover um maior desenvolvimento da fauna zooplânctônica, pode-se utilizar a seguinte técnica: Em um tanque de 500 L, coloca-se água retirada do próprio viveiro e promove-se a aeração contínua. Adicionam-se 250 g de fermento biológico, misturado com 10 kg de esterco curtido. Depois de 2-3 semanas, o tanque terá se transformado em um “caldo de cultura” de zooplâncton. Esse “caldo” pode ser então adicionado ao viveiro já previamente preparado.

Técnicas mais recentes utilizam açúcares redutores e sacarose não cristalizada como opções para o equilíbrio das relações C:N⁹² na coluna d'água, que, ao contrário do que ocorre no solo, é geralmente muito baixa. Carboidratos presentes no melaço podem ser misturados à ração, na proporção de 1-1,5 litros/50 kg de ração ou aplicados diretamente nos viveiros. Estas técnicas são usadas em determinados tipos específicos de cultivo, como o chamado meio heterotrófico, e o seu uso exige muito conhecimento científico e experiência, sendo apenas recomendado apenas para carcinicultores mais experientes.

6.5.3 Efeitos esperados das fertilizações

Como já foi discutido, o processo de fertilização deve ser realizado somente após um eficiente processo de calagem, não somente para corrigir o pH do solo, mas também para aumentar a reserva alcalina da água e fornecer carbono em quantidade suficiente para o fitoplâncton. Se a água dos viveiros apresentar baixa alcalinidade, a fertilização não será tão efetiva e a maior parte dos fertilizantes será perdida.

Se tudo estiver certo, no entanto, na presença de luz solar, o resultado poderá ser observado em poucos dias, quando as densidades de microalgas nos viveiros deverão chegar a mais de 10.000 células/mL, que é um patamar considerado adequado para viveiros de cultivo de camarões realizados em regiões tropicais.

A eficiência deve ser monitorada através do aumento da turbidez da água, com o uso do disco de Secchi. Porém, é possível também acompanhar o aumento da biomassa das microalgas através da sua contagem utilizando um microscópio e uma câmara de Neubauer (Figura 57).

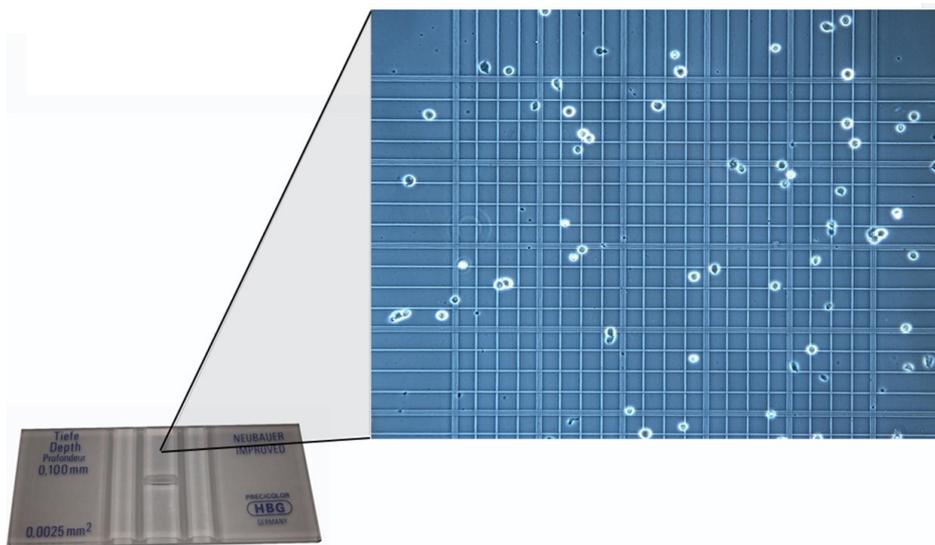


Figura 57. A câmara de Neubauer e, no detalhe visto ao microscópio, as células fitoplanctônicas presentes em um viveiro.

Apesar de crescerem muito bem sempre que as condições ambientais forem favoráveis, não existe um controle absoluto sobre quais grupos de microalgas serão estimuladas com as fertilizações. O ideal é que, durante o verão, 50% das microalgas presentes no viveiro sejam compostas por diatomáceas. No inverno, o desejado é de no mínimo 30%.

Porém, determinadas situações podem favorecer um grupo de microalgas mais que o outro. Pode inclusive ocorrer verdadeiras explosões populacionais de algumas espécies oportunistas, em detrimento das espécies desejadas. Existem situações em que as espécies dominantes passam a ser grupos produtores de biotoxinas, como acontece quando da ocorrência das chamadas “marés vermelhas”.

Mesmo se tratando de espécies desejáveis, o florescimento exagerado pode ser prejudicial para o próprio cultivo e/ou comprometer a qualidade do camarão produzido. Como já foi discutido, concentrações muito elevadas de fitoplâncton provocam um aumento da turbidez, que pode fazer com que grande parte das microalgas não tenha acesso à luz solar, cessando a fotossíntese. Excesso de microalgas também pode aumentar a probabilidade da ocorrência de *die-off*, com impactos catastróficos na concentração de oxigênio dissolvido do viveiro.

Porém outro problema decorrente de um bloom exagerado de microalgas é a flutuação do pH. Se a alcalinidade da água estiver abaixo da ideal, a respiração desta grande massa de microalgas e, mais especificamente, a liberação de grandes volumes de CO_2 na água, fará com que o pH varie demasiadamente, aumentando muito o estresse dos camarões.

Por esta razão, as fertilizações devem ser realizadas com o objetivo de manter uma concentração adequada de espécies desejadas de microalgas no viveiro. Quando o técnico identificar o problema, as fertilizações devem ser suspensas, ao mesmo tempo em que se promove uma renovação de até 25% da água dos viveiros, para reduzir, tanto o excesso de nutrientes quanto de microalgas.

Apesar de que, com este manejo, o problema poder ser contornado, é importante entender que, em função disso, recursos financeiros foram desperdiçados e poluição ambiental foi gerada. Teria sido muito mais inteligente administrar melhor o processo de fertilização.

Por outro lado, se o preparo do viveiro for bem feito e se houver uma fertilização correta, logo após o estabelecimento das comunidades microalgas ocorrerá um rápido estabelecimento de organismos bentônicos no fundo do viveiro. Esses organismos serão muito importantes como alimentos naturais para os camarões, principalmente nos estágios mais jovens.

6.6 Referências bibliográficas

- 1 BOYD, C. E.; WOOD, C. W.; THUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Oregon: Aquaculture Collaborative Research Support Program: 45 p. 2002.
- 2 BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture**. Boston, MA: Springer Science, 1995. 365p ISBN 978-1-4613-5720-9.
- 3 SLANINOVA, A.; MACHOVA, J.; SVOBODOVA, Z. Fish kill caused by aluminium and iron contamination in a natural pond used for fish rearing: a case report. **Veterinarni Medicina**, v. 59, n. 11, p. 573-581, 2014.
- 4 REBECCA, B. **Soil survey laboratory information manual**. Lincoln, Nebraska, p.305-305. 2011. (9788578110796)
- 5 HUANG, P. T. et al. Classification of organic soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. B7, n. 1, p. 108-108, 2009. ISSN 1288284314. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org>>.
- 6 BOYD, C. E.; MUNSIRI, P. Phosphorus adsorption capacity and availability of added phosphorus in soils from aquaculture areas in Thailand. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 27, n. 2, p. 160-167, 1996. ISSN 0893-8849. Disponível em: <<http://doi.wiley.com>>.
- 7 KETTERINGS, Q. M.; REID, S.; RAO, R. **Cation exchange capacity (CEC)**. Ithaca. Fact sheet: 1-2 p. 2007.
- 8 HARGREAVES, J. A. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. **Aquaculture**, v. 166, n. 3, p. 181-212, 1998. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.

- 9 OHASHI, A. et al. Influence of substrate C/N ratio on the structure of multi-species biofilms consisting of nitrifiers and heterotrophs. **Water Science and Technology**, v. 32, n. 8, p. 75-84, 1995.
- 10 FRENEY, J. R. Oxidation of sulphur in soils. **Mineralium Deposita**, v. 2, n. 3, p. 181-187, 1967. Disponível em: <<http://download.springer.com>>.
- 11 QUEIROZ, J. F. D.; BOEIRA, R. C. **Calagem e controle da acidez dos viveiros de aquicultura**. Circular Técnica EMBRAPA. 14: 1-8 p. 2006.
- 12 BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. **The role and management of bottom soils in aquaculture ponds**. Infofish International, nº2: 22-28 p. 2014.
- 13 MISCHKE, C. C. **Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production**. Wiley, 2012. ISBN 9780470959220. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=vmhEvLF_DrIC>.
- 14 BRINKMAN, R.; SINGH, V. P. **Rapid reclamation of brackish water fishponds in acid sulfate soils**. Bangkok Symposium on Acid Sulfate Soils. Bangkok: International Institute of Land Reclamation and Improvement, 1981. 318-330 p.
- 15 BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2002. 370p. ISBN 85-88216-16-7.
- 16 BOYD, C. E.; DANIELS, H. V. Liming and fertilization of brackishwater shrimp ponds. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 2, n. 3-4, p. 221-234, 1994. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com>>.
- 17 FAO. **Fertilizers and their use**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, p.29. 2000
- 18 BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Springer US, 2012. ISBN 9781461554073. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=2r8GCAAAQBAJ>>.
- 19 DAS, S. K.; JANA, B. B. Pond fertilization regimen. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 13, n. 1-2, p. 35-66, 2003/03/01 2003. ISSN 1045-4438. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com>>.
- 20 SAMOCHA, T. M. et al. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v. 36, n. 2, p. 184-191, 2007. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.

Tecnologias associadas

Ubiratã Assis Teixeira da Silva

A partir dos anos 1990, novas tecnologias permitiram um significativo aumento da capacidade de processamento da matéria orgânica e, com isso da própria capacidade de suporte dos viveiros de cultivo de camarões. Isso, aliado a introdução de *L. vannamei*, fez com que as densidades praticadas nos cultivos saltassem de cerca de 5 camarões/m² (ou menos) para 20-40 camarões/m² (ou mais). Mais recentemente, outras tecnologias, como o uso de probióticos, prebióticos e biorremediadores foram desenvolvidas, o que permitiu incrementos ainda maiores na densidade de estocagem de camarões cultivados em viveiros.

7.1 Aeradores

Aeradores são aparelhos mecânicos (elétricos ou movidos por motores a diesel ou à gasolina) que: 1) promovem o aumento das taxas de incorporação do oxigênio atmosférico à água; 2) eliminam o excesso de gás carbônico da água e alguns gases tóxicos (CH₄, H₂S, NH₃, dentre outros); e 3) reduzem a estratificação térmica, de salinidade ou de oxigênio dissolvidos em tanques ou em viveiros. Em uma fazenda de cultivo de camarões eles podem ser usados em pré-berçários ou em berçários e viveiros.

7.1.1 Aeradores para uso em pré-berçários

A aeração nos pré-berçários pode ser feita utilizando compressores radiais (Figura 58), que bombeiam o ar por um sistema de tubos perfurados ou para difusores de ar posicionados no fundo dos tanques.

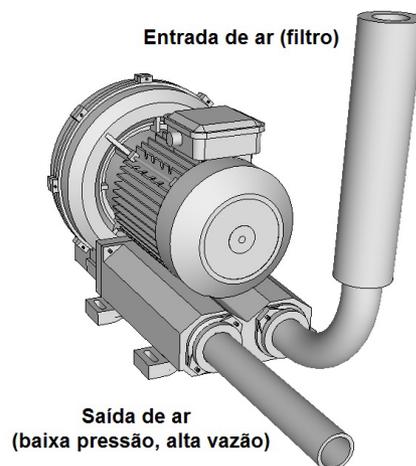


Figura 58. Compressor radial.

A utilização de acessórios adequados também pode aumentar a eficiência e o aproveitamento da potência disponível. Um sistema baseado prioritariamente em pedras de aeração, por exemplo, transfere relativamente menos oxigênio na água, na mesma relação de HP/m³, que mangueiras de aeração micro perfuradas, que produzem bolhas menores e mais abundantes.

Mas não apenas o volume de ar deverá ser priorizado, como também a distribuição dos pontos de injeção de ar. Partindo-se da mesma vazão, um sistema de ar pode ter o fluxo otimizado ou prejudicado, dependendo somente do desenho do sistema de distribuição. Por esta razão, o sistema deve ser distribuído de maneira a favorecer o fluxo de água e evitar a geração de zonas de baixa mistura. Considerando formato e a profundidade do tanque, do volume de água utilizado, da densidade e do tempo de cultivo, diferentes estratégias de aeração poderão ser usadas nos pré-berçários.

Uma alternativa ao uso de compressores radiais é um sistema recentemente desenvolvido para aquicultura, o “**aeration nozzle**” (Taeration[®], All-aqua[®]) (Figura 59), que permite aumentar em quase 40% a eficiência das taxas de transferência de oxigênio na água por HP de potência.

Base desse sistema é o uso combinado de bombas hidráulicas que recirculam a água do tanque, tubos, que fazem a captação de ar atmosférico e bicos especiais, que injetam a mistura de ar/água em alta pressão e velocidade no tanque.

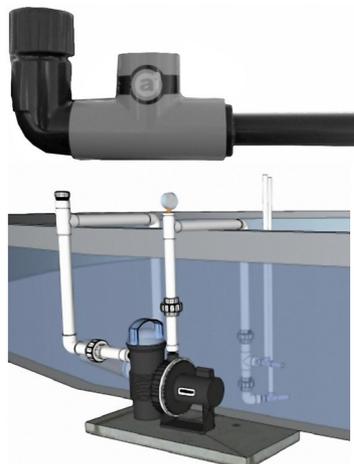


Figura 59. O sistema proposto por All-Aqua aeration systems[®].

Em cada ponteira, um **aeration nozzle** suga o ar atmosférico, utilizando a pressão negativa criada pela passagem da água em alta velocidade e injeta uma nuvem de minúsculas bolhas de ar, ao mesmo tempo em que empurra a coluna d'água na direção desejada. A vazão de água pressurizada é obtida pela força hidráulica da motobomba, mas a injeção de ar é devida à ação do **aeration nozzle**.

Apesar deste equipamento ser comercializado por empresas especializadas, o sistema em si, pode ser adaptado, utilizando-se de materiais mais simples, encontrados em qualquer loja de material de construção. No exemplo abaixo, uma peça especial em nylon foi elaborada em uma tornearia comum (Figura 60). Porém, bons resultados podem ser obtidos com a simples adaptação de um “cap” dotado de um orifício.

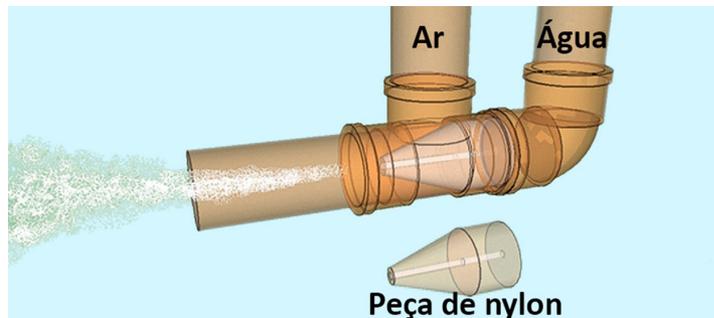


Figura 60. O “aeration nozzle” adaptado com uso de uma peça em nylon fabricada sob medida e conexões em PVC.

O volume e tamanho das bolhas produzidas pelo sistema são responsáveis pela aeração mais eficiente. Porém, a vazão da bomba ainda tem um efeito muito importante sobre a movimentação da massa de água, o que é fundamental para cultivos em regimes superintensivos, como é o caso dos pré-berçários. O sistema pode ser usado em diferentes tipos e formatos de tanques de cultivo.

Este sistema é útil também em diferentes situações, como para nebulizar o hipoclorito de sódio após o tratamento de um reservatório ou para fragmentar a proteína da água em um skimmer.

7.1.2 Aeradores para uso em berçários e viveiros

A maior limitação para o aumento das densidades de estocagem em viveiros de cultivo é a alta DBO provocada pelo aporte de matéria orgânica em excesso. Consideremos um viveiro de um hectare em que se cultiva uma tonelada de camarão, ou seja, o equivalente a 10 camarões de 10 g/m². Esta é uma densidade considerada muito baixa para os padrões atuais. Mesmo assim, se assumirmos uma taxa de fornecimento de ração na proporção de 4% da biomassa presente no viveiro, este valor significa que serão depositados cerca de 40 kg de ração por hectare por dia naquele viveiro. Esse valor é recomendado como limite máximo para o cultivo sem o uso de fontes complementares de oxigênio⁹³. Por isso, recomenda-se que para que sejam atingidos níveis de produtividades superiores a 1,0 ton/ha sejam utilizadas fontes complementares de aeração da água dos viveiros (Tabela 19).

Tabela 19. Relação entre a densidade dos camarões cultivados e a potência de aeração.

Densidade (camarões/m ²)	Aeração (HP/ha)
Até 30	2 – 4
40	4 – 6
50	8 – 10
60	12 – 14
70	16
80	18 – 20
90	22
100	26
120	32
150	40

Duas técnicas básicas costumam ser utilizadas para se promover a aeração: a injeção de bolhas de ar na água ou a aspersão da água para que as suas gotículas entrem em contato com o ar, aumentando as trocas gasosas.

A bomba propulsora-aspiradora é um tipo especial de aerador que funciona injetando finas bolhas na coluna d'água. Trabalham em alta velocidade, captando o ar pelo princípio de Venturi, através de aberturas em sua base, próxima ao motor, e liberando nas camadas mais profundas do viveiro (Figura 61).

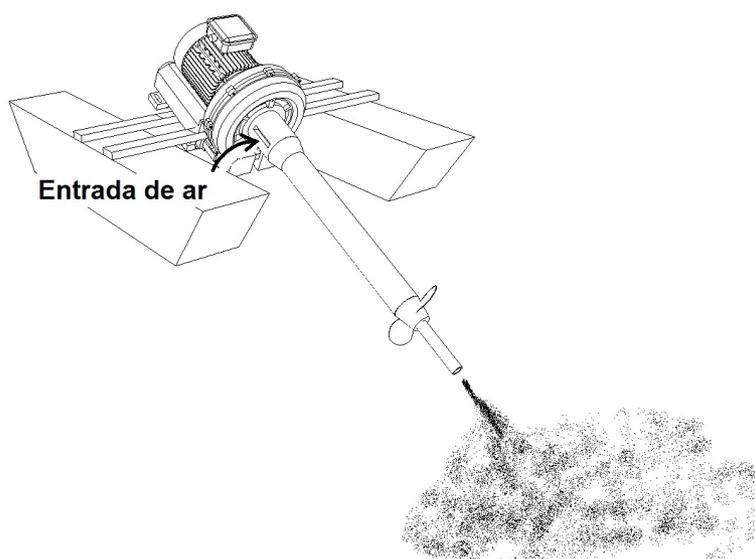


Figura 61. Aerador do tipo propulsor-aspirador.

Entre os aeradores por aspersão, os mais comuns são os aeradores de pás de superfície (paddlewheel). Eles são compostos por um motor (geralmente elétrico, de 2 HP), posicionado sobre uma base flutuante (Figura 62). O motor aciona um conjunto de pás, que giram e espalham a água para cima.

Os aeradores de pá costumam ser até 40% mais eficientes que os demais⁹⁴ e, por isso, são os mais utilizados em fazendas no Brasil. Ainda assim, em algumas fazendas são usados aeradores propulsores-aspiradores, principalmente como auxiliares em determinados pontos do viveiro.

As quantidades médias de oxigênio transferidas por um típico aerador de pás de 2 HP variam entre 1,35 a 4 Kg de O₂ por hora de uso. Como regra geral, cada HP é suficiente para promover a aeração em 0,5-1,0 ha de viveiro e, com isso, impedir que as concentrações de oxigênio dissolvido caiam abaixo dos limites mínimos recomendados.

Mas, como baixas concentrações de OD podem comprometer a sobrevivência e o desempenho dos camarões cultivados, no Brasil tem sido comum o uso de pelo menos um aerador de 2 HP/ha. Por outro lado, existem fazendas utilizando até 20 HP/ha, para garantir a sobrevivência dos camarões em viveiros com densidades mais elevadas. Ou seja, a potência total utilizada de aeradores está relacionada à densidade de camarões cultivados e à carga orgânica aportada ao viveiro.

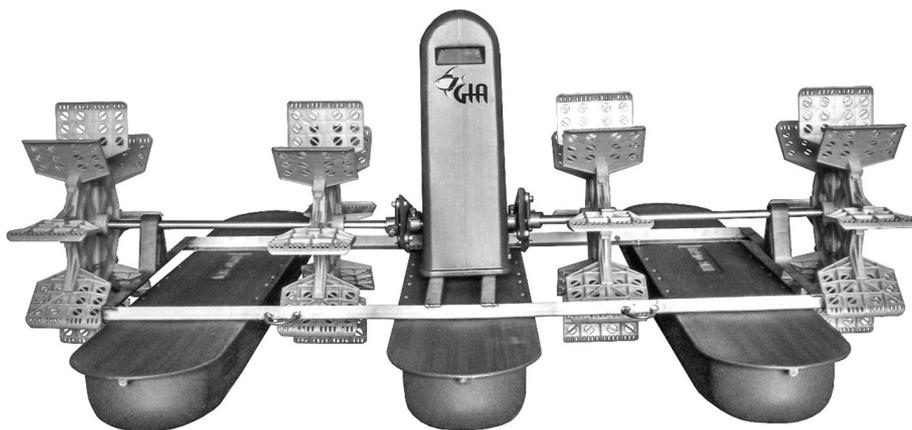


Figura 62. Aerador do tipo pás.

Além da potência, o tamanho das bolhas geradas interfere na eficiência da aeração. Quanto maior for o spray formado (ou “nuvem de água”), menor será o tamanho da bolha de ar e maior será a eficiência de aeração⁹⁵. Isso ajuda a entender porque costuma haver grandes diferenças entre os resultados alcançados com o uso de diferentes marcas e modelos de equipamentos. Por isso, o produtor deve observar atentamente as especificações técnicas do equipamento antes de adquirir um aerador.

Outro cuidado que se deve ter diz respeito ao posicionamento dos aeradores nos viveiros. O ideal é que proporcionem uma circulação eficiente, sem criar “áreas

mortas” ou “zonas de sombra”, e que não causem a ressuspensão do sedimento ou a erosão do fundo ⁹⁶. Se forem usados vários aeradores em um mesmo viveiro, recomenda-se que eles sejam posicionados paralelamente às margens e voltados para o lado oposto do viveiro (Figura 63). Dependendo das densidades operadas, o uso de aeradores do tipo propulsor-aspirador pode ser importante, principalmente na fase final dos cultivos, quando as biomassas estão próximas ao nível crítico.

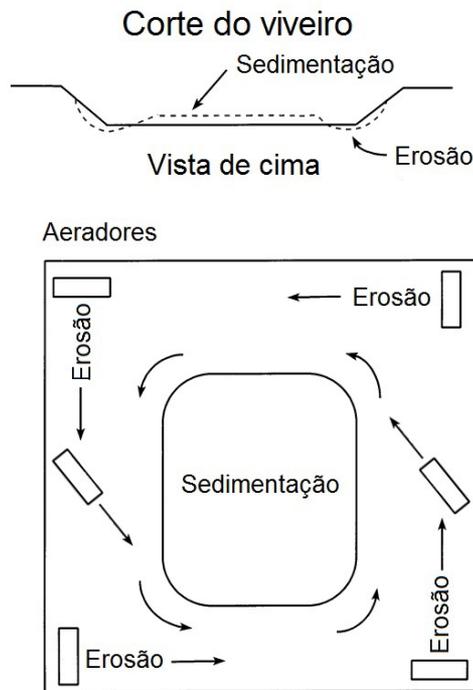


Figura 63. Dinâmica das partículas sedimentáveis em relação ao posicionamento dos aeradores tipo pás nos viveiros intercalados com os do tipo propulsor-aspirador (Modificado de Boyd ⁹⁵ e de Peterson, Wadhwa et al. ⁹⁷).

7.2 Substratos verticais

O uso de substratos artificiais nos viveiros e até mesmo em berçários é um dos importantes avanços no campo da produção mais intensiva de camarões e do uso otimizado de alimentos naturais. Muitos pesquisadores acreditam no potencial que essa técnica tem para aumento da eficiência no processo produtivo e redução dos custos de produção de camarões ⁹⁸.

Os substratos verticais nada mais são que uma espécie de “cortina” ou “mantas” colocada no interior do viveiro, em posições que não atrapalhem o seu manejo (Figura 64). Essas cortinas podem ser feitas com materiais especialmente produzidos para esse fim (por exemplo, a Aqua Mats, produzida pela Meridian Aquatic Technology), ou mesmo de telas mosquiteiro, que podem ser encontradas em qualquer loja especializada em telas em todo o país. As telas podem ser mantidas na posição vertical por meio de flutuadores ou de estacas, fixadas no fundo do viveiro.

O princípio é simples: as telas possibilitam a colonização de organismos bentônicos, ricos em ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas e minerais, que formam um biofilme sobre as telas. Esse biofilme serve alimento natural e as telas como substratos para os próprios camarões.

No caso das AquaMats, elas combinariam duas diferentes superfícies, que estimulariam a colonização natural por organismos autotróficos (fotossintetizantes) na porção superior e de organismos heterotróficos na porção inferior do produto. A diferença entre telas comuns e essa tela especial seria justamente essa propriedade de selecionar os organismos que irão colonizá-la.

Os organismos presentes nesses substratos verticais também aceleram a decomposição da matéria orgânica presente na água e auxiliam na remoção de metabólitos tóxicos (amônia, nitrito, gás carbônico), garantindo uma melhor qualidade da água e reduzindo a necessidade de renovação^{99; 100}.

Essa ainda é uma tecnologia que se encontra em fase de aperfeiçoamento, por isso, não há regras definitivas sobre o uso de substratos verticais em viveiros de cultivo de camarões. Atualmente, vêm sendo testadas telas de 1,2-1,5 m de altura, por 60 m de comprimento ou mais. Já o número de telas nessas dimensões tem sido de 3-6/ha (totalizando entre 220 e 550 m² de tela). Mas, em alguns casos, a área acrescida através do uso de substratos verticais pode chegar ao equivalente a 10% da área do viveiro.

As telas devem ser colocadas à pelo menos 20 m da comporta de entrada e a 20 m do monge de escoamento de água, mantendo-se ainda uma distância de, no mínimo, 10 m em relação aos diques laterais do viveiro. O ideal é que as telas sejam presas às estacas de fixação de modo que não tenham contato direto com o fundo do viveiro, mantendo-se uma distância mínima de 5 cm entre a tela e o solo. Também é importante que sejam colocadas paralelamente em relação à direção aos ventos predominantes, para não atrapalhar a circulação de água.

Na Tabela 20, há uma avaliação, feita com base em resultados já obtidos, de como os cultivos de camarões podem ser mais eficientes com o uso de substratos verticais.

Tabela 20. Benefícios alcançados com o uso de substratos verticais nos viveiros.

Aumento de produtividade	Aumento das taxas de sobrevivência	Aumento das taxas de crescimento	Redução nas taxas de renovação	Redução da taxa de conversão alimentar
5-15%	5-10%	1-4%	Até 10%	2-5%

Sabe-se, no entanto, que para que os substratos verticais colocados nos viveiros sejam mais eficientes, a água de abastecimento deve ser previamente filtrada em malha de 200 μ m, caso contrário, pode haver a colonização das telas por organismos incrustantes indesejáveis (como cracas e moluscos) que não contribuem com a alimentação dos camarões ou com a manutenção da qualidade da água e que irão representar um peso adicional às estruturas, diminuindo a sua vida útil.

Os estudos mais recentes vêm buscando o desenvolvimento de produtos químicos que, quando colocados nas telas, permitam a completa seleção dos organismos colonizadores. Estima-se que se a colonização dos substratos for feita apenas por diatomáceas bentônicas e por bactérias nitrificantes, o aumento da produtividade nos cultivos possa chegar a mais de 50%, proporcionando, ao mesmo tempo, redução proporcional das taxas de renovação de água.

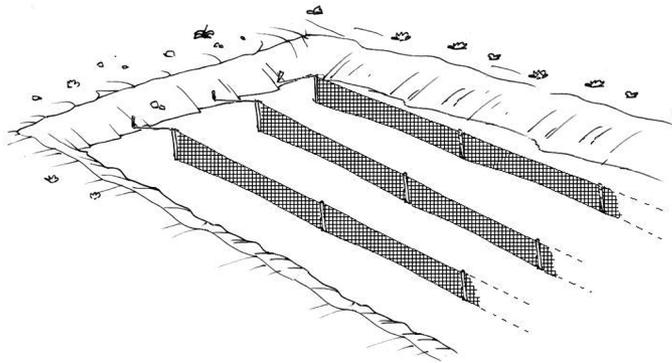


Figura 64. Representação esquemática de um viveiro com substrato vertical.

7.3 Alimentadores automáticos

O manejo alimentar (que será discutido no item 8.6) é um dos principais itens de custeio em uma fazenda de carcinicultura. É um dos que mais demandam mão de obra, mas, por outro lado, é um dos mais importantes para a viabilização econômica a atividade. Existem duas formas básicas para se alimentar os camarões nos viveiros:

A alimentação “a lanço”, em que a ração é espalhada da forma mais homogênea possível sobre a superfície do viveiro, procurando, com isso, garantir que os camarões tenham acesso à ração. A alimentação a lanço é mais econômica apenas em termos de mão de obra, porém é mais dispendiosa em todos os outros aspectos, como consumo de ração, desperdício e poluição ambiental. Esta forma de alimentar o camarão chegou, em um determinado momento, a ser totalmente abandonada em favor do uso de bandejas de alimentação.

O uso de bandejas por sua vez, representou uma grande evolução para a carcinicultura. Quantidades controladas de alimento são depositadas em comedouros móveis, instalados em pontos específicos dentro do viveiro, permitindo inclusive que o volume fornecido seja monitorado e as sobras removidas para fora do sistema. O uso de bandejas, no entanto, apresenta maior custo em termos de trabalho manual.

Ocorre que o custo da mão de obra subiu de forma substancial nos últimos anos, e a opção pela alimentação “a lanço” voltou a ser praticada, em maior ou menor grau. No entanto, o dilema entre o manejo mais adequado e o mais barato, ainda se impõe.

Recentemente, o uso de alimentadores automáticos (que espalham a ração em períodos pré-programados de tempo) tem se tornado mais popular. Os alimentadores têm no critério “economia com mão de obra” sua grande vantagem em relação ao uso de bandejas. Por outro lado, uma característica comum entre os vários sistemas de arração automático existentes atualmente no mercado é que podem ser vistos, em última instância, uma forma automatizada de alimentação a lanço, incorrendo nos mesmos problemas do lanço manual.

Embora envolvam menos trabalho manual durante o arração, em comparação com o lanço manual, uma parte significativa da ração acaba se perdendo, sem que se tenham condições de sequer conhecer quanto se perdeu e quanto foi efetivamente consumido.

Além do prejuízo financeiro, pode haver o comprometimento da qualidade da água. Por esta razão, o carcinicultor também deve levar em consideração os custos adicionais com ração e, com base em uma planilha de custos, tomar sua decisão final. Por esta razão, alguns carcinicultores vêm utilizando uma espécie de sistema “misto”. Fazem o arração através de alimentadores automáticos, mas usam algumas bandejas para aferir a quantidade de ração efetivamente consumida pelos camarões. Esta estratégia reduz, de certa forma, os efeitos negativos da prática do lanço.

7.4 Biorremediação

Recentemente, a partir do melhor conhecimento acerca da ecologia microbiana, diversas técnicas de manipulação da composição das populações de microrganismos, visando o aumento dos tipos benéficos em detrimento daqueles que são potencialmente prejudiciais, foram desenvolvidas para diversos campos da atividade humana. Surgiram técnicas de tratamento de efluentes domésticos e industriais, inóculos de bactérias benéficas para reequilíbrio da flora intestinal e até alimentos especificamente voltados a estimular estas bactérias.

Na aquicultura, a importância dos microrganismos sempre foi reconhecida. Apesar disso, como os mecanismos e dinâmicas populacionais eram pouco compreendidos, a mitigação dos efeitos deletérios ou a manipulação dos microrganismos para obtenção de resultados mais adequados nos cultivos eram alcançados, em grande parte, ao acaso.

A forma utilizada para contornar a ação deletéria provocada pelos grupos patogênicos de bactérias na aquicultura foi inicialmente o uso de antibióticos e biocidas, tanto nas rações como diretamente no ambiente de cultivo. Após um início promissor, o uso desses produtos passou a ser visto de forma negativa¹⁰¹.

Em um prazo mais longo, acabou se constatando uma piora no quadro geral provocado por enfermidades de origem bacteriana. A razão para isso é fácil de entender. Todas as bactérias dos viveiros são atingidas pelas substâncias antimicrobianas, mas, na maioria das vezes, os grupos patogênicos tendem a se recuperar mais rapidamente e a dominar o ambiente¹⁰². Como as bactérias que mineralizam a matéria orgânica do solo também eram afetadas, a qualidade geral do ambiente se deteriorava rapidamente, acelerando ainda mais o domínio das bactérias patogênicas.

Além disso, as bactérias patogênicas têm grande capacidade de transmitir, a partir de um pequeno grupo de bactérias sobreviventes para toda a população, as características de resistência a um antibiótico específico. Com isso, o efeito positivo dos antibióticos acaba sendo quase sempre temporário, levando subsequentemente ao recrudescimento da situação.

Como o uso dos antibióticos em ambiente aquícolas vem se provando inadequado ao mesmo tempo em que a questão das enfermidades na carcinicultura vem se tornando cada vez mais presente, a adaptação das técnicas de manipulação microbiana, já bastante desenvolvida em outras áreas do conhecimento humano, tem se tornado indispensável também na carcinicultura.

7.4.1 Probióticos

Bactérias benéficas estão naturalmente presentes no sedimento do fundo dos viveiros, porém, geralmente em baixas quantidades, juntamente com diversos outros grupos de bactérias neutras e algumas patogênicas. A competição entre elas estabelece quais grupos dominarão a comunidade em busca dos recursos do meio.

Ao serem ingeridas, parte destas bactérias presentes no solo irá colonizar o sistema gastrointestinal do camarão. Dependendo do tipo de bactéria dominante, poderão agir positivamente, auxiliando na digestão e no estímulo ao sistema imunológico ou poderão causar enfermidades.

Na busca do isolamento de bactérias benéficas, pesquisadores coletam aleatoriamente as bactérias do solo e selecionam aquelas que demonstram, em experimentos muito bem conduzidos, ter efeitos benéficos para o camarão ¹⁰³. Estas bactérias são então isoladas para posterior cultivo em larga escala. O objetivo é que, quando liberadas no ambiente, sejam capazes de suplantam as bactérias patogênicas, competindo por espaço e recursos, em um processo conhecido como “exclusão competitiva” ¹⁰⁴.

Desde o início das pesquisas, um enorme número de espécies de bactérias já demonstrou apresentar efeitos benéficos quando testadas em laboratório. Porém, um número ainda muito restrito de bactérias vem confirmando estas características em condições reais de cultivo. As melhores candidatas passaram a ser identificadas através de diversas técnicas, desde clássicos métodos enzimáticos até análises filogenéticas, baseadas em modernas técnicas de biologia molecular.

Entre as bactérias de melhor desempenho estão as do gênero *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* e até mesmo algumas do gênero *Vibrio*. O gênero *Bacillus* é o grupo mais utilizado tendo diversas espécies inclusive comercializadas industrialmente, como é o caso do *Bacillus subtilis* e *B. cereus*.

Existem técnicas que utilizam a espécie *Vibrio alginoliticus*, por exemplo, no controle de formas reconhecidamente patogênicas de vibrio, como *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. penaeicida*, entre outros. No entanto, como genes de resistência aos antibióticos e até mesmo os que regulam a virulência, podem, em teoria, ser transferidos entre diferentes grupos de bactérias gram-negativas, via plasmídeos “R”, o uso de cepas não patogênicas de *Vibrio* ou de *Pseudomonas* como probiótico não é largamente utilizado ¹⁰².

7.4.2 Prebióticos

Outra tecnologia correlata, atualmente sendo desenvolvida para uso como biorremediação envolve os chamados “prebióticos”. Não se tratam de bactérias ou de qualquer outro organismo vivo. São alimentos inertes, baseados principalmente em determinados tipos de carboidrato, que apresentam atividade de estimular o crescimento bactérias benéficas no trato digestório dos camarões. Os mais comuns são a inulina, o fruto-oligosacarídeo (FOS), o mannano-oligosacarídeo (MOS) e o isomalto-oligosacarídeo (IMO) ^{105; 106}.

A fermentação destas substâncias gera metabólitos que fomentam o crescimento de bactérias desejáveis em detrimento das patogênicas. Além disso, o FOS e MOS apresentam um efeito imunoestimulante. Apesar de promissores, o uso dos prebióticos ainda depende de mais pesquisas para poderem ser adotados no manejo diário de uma carcinicultura ¹⁰⁷.

7.4.3 Biotratamento da matéria orgânica

Um dos mais promissores avanços no uso de bactérias benéficas em cultivos de camarões são os chamados “biotratamentos”. É sabido que determinados grupos bactérias, na presença de oxigênio, auxiliam na mineralização da matéria orgânica e compostos sulfurosos orgânicos que se acumulam durante os cultivos ¹⁶. Estas bactérias, no entanto, estão dispersas entre diversos outros grupos, que competem com elas por recursos. Para aumentar o seu número e seus efeitos benéficos, recorre-se então às técnicas de “bio-aumento”, como as descritas acima para bactérias intestinais, em que os grupos benéficos são isolados, cultivados massivamente e reinoculados no solo.

Também já são bastante conhecidas as bactérias autotróficas nitrificantes, que convertem a amônia sequencialmente em nitrito e, posteriormente, em nitrato. No entanto, na maioria dos sistemas, o nitrato tende a acumular e, apesar de ser pouco tóxico, o seu acúmulo pode trazer diversos problemas ambientais, tanto para o cultivo quanto para o ambiente adjacente.

Em determinadas situações, bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Alkaligenes* são capazes de reduzir o nitrato novamente em nitrito e em seguida em nitrogênio molecular, que se volatiliza na atmosfera. Porém estes grupos só o fazem em condições de anaerobiose ^{106; 108}. O problema, neste caso, é que, em ambientes pouco oxigenados, juntamente com estas bactérias heterotróficas, grupos específicos de bactérias podem utilizar compostos orgânicos sulfurosos como fonte de oxigênio, convertendo em gás sulfídrico, que é altamente tóxico.

Para contornar este problema, a comunidade bacteriana pode ser manipulada no sentido de estimular o crescimento de determinados grupos de bactérias fotossintetizantes ¹⁰⁹. Estas bactérias possuem pigmentos de coloração verde ou púrpura, conhecidos como bacterioclorofila. Este pigmento permite que realizem fotossíntese utilizando apenas frequências de onda de luz não utilizadas pelo fitoplâncton disperso na coluna d'água. Este grupo é capaz de converter o gás sulfídrico até sulfatos, reduzindo sua toxicidade, mesmo em ambientes anóxicos.

Atualmente, três famílias de bactérias fotossintetizantes são utilizadas como biorremediadores: Chromatiaceae, Chlorobiaceae e Rhodospirillaceae ¹¹⁰. Esta última não tem grande utilidade na remoção do gás sulfídrico, mas é muito eficiente na degradação de matéria orgânica em condições de anaerobiose.

Estes grupos de bactérias podem ser cultivados em grande escala e concentrados em substratos arenosos ou carbonáceos para posterior aplicação nos viveiros. Em conjunto ou separadamente, os biorremediadores têm demonstrado inequivocamente seus benefícios em relação à redução da carga orgânica, qualidade da água e saúde dos camarões já há mais de uma década.

7.5 Referências bibliográficas

- 1 BOYD, C. E.; BOYD, C. A.; CHAINARK, S. Shrimp pond soil and water quality management. In: ALDAY-SANZ, V. (Ed.). **The Shrimp Book**. Nottingham: Nottingham University Press, 2010. p.281-303. ISBN 9781904761594.
- 2 ENGLE, C. R. An economic comparison of aeration devices for aquaculture ponds. **Aquacultural Engineering**, v. 8, n. 3, p. 193-207, 1989.
- 3 BOYD, C. E. Pond water aeration systems. **Aquacultural Engineering**, v. 18, n. 1, p. 9-40, 1998. ISSN 0144-8609. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.
- 4 PETERSON, E. L. Observations of pond hydrodynamics. **Aquacultural Engineering**, v. 21, n. 4, p. 247-269, 2000. ISSN 0144-8609.
- 5 PETERSON, E. L.; WADHWA, L. C.; HARRIS, J. A. Arrangement of aerators in an intensive shrimp growout pond having a rectangular shape. **Aquacultural Engineering**, v. 25, p. 51-65, 2001. Disponível em: <<http://www.science-direct.com>>.
- 6 SCHVEITZER, R. et al. Use of artificial substrates in the culture of *Litopenaeus vannamei* (Biofloc System) at different stocking densities: Effects on microbial activity, water quality and production rates. **Aquacultural Engineering**, v. 54, p. 93-103, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org>>.
- 7 AZIM, M. E. et al. Periphyton: water quality relationships in fertilized fishponds with artificial substrates. **Aquaculture**, v. 228, n. 1-4, p. 169-187, 2003. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.
- 8 HUANG, Z. et al. Assessment of AquaMats for removing ammonia in intensive commercial Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* aquaculture systems. **Aquaculture international**, v. 21, n. 6, p. 1333-1342, 2013. ISSN 0967-6120.
- 9 ROMERO, J.; FEIJOÓ, C. G.; NAVARRETE, P. Antibiotics in aquaculture – use, abuse and alternatives. **Health and Environment in Aquaculture**, p. 160-198, 2012. ISSN 978-953-51-0497-1.
- 10 MORIARTY, D. J. W. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. **Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology - Microbial Interactions in Aquaculture Disease**, v. 2013, p. 424123-424123, 1999. ISSN 2090-3057 (Print)\n2090-3057 (Linking). Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov>>.

- 11 LAKSHMI, B.; VISWANATH, B.; SAI GOPAL, D. V. R. Probiotics as antiviral agents in shrimp aquaculture. **Journal of Pathogens**, v. 2013, n. 424123, 2013. ISSN 2090-3057. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov>>.
- 12 BROWDY, C. L. et al. Emerging technologies for mitigation of environmental impacts associated with shrimp aquaculture pond effluents. **Water Management**, v. 14, p. 255-267, 2001.
- 13 GATLIN III, D. M. et al. Potential application of prebiotics in aquaculture. **VIII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola**, p. 371-376, 2006. ISSN 970-694-333-5.
- 14 GATLIN III, D. M.; PEREDO, A. M. Prebiotics and probiotics : definitions and applications. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 4711, p. 1-8, 2012.
- 15 RINGØ, E. et al. Prebiotics in aquaculture: A review. 16: 117-136 p. 2010.
- 16 BOYD, C. E.; QUEIROZ, J.; WOOD, C. W. Pond soil characteristics and dynamics of soil organic matter and nutrients. **Global Research**, v. 21, n. 2, p. 156-8, 2011.
- 17 TRUPER, H. G.; FISCHER, U. Anaerobic oxidation of sulphur compounds as electron donors for bacterial photosynthesis. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 298, n. 1093, p. 529-542, 1982. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org>>.
- 18 ANTONY, S. P.; PHILIP, R. Bioremediation in shrimp culture systems. **NAGA, World Fish Center Quarterly**, v. 29, n. 3, p. 62-66, 2006.
- 19 PFENNIG, N.; TRÜPER, H. G. Isolation of members of the families chromatiaceae and chlorobiaceae. In: STARR, M. P.; STOLP, H., et al (Ed.). **The prokaryotes: a handbook on habitats, isolation, and identification of bacteria**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981. p.279-289. ISBN 978-3-662-13187-9.

Povoamento

Ubiratã Assis Teixeira da Silva
e Antonio Ostrensky

8.1 Conceitos

Quando estão finalmente prontos para o início dos cultivos, os viveiros podem ser povoados com formas jovens de camarão marinho. Estas formas jovens são chamadas de “pós-larvas” (ou PL's), termo que se refere ao camarão em seus primeiros estágios juvenis, após a sua fase larval.

Não é possível reproduzir camarões marinhos diretamente nos viveiros de engorda, como ocorre com camarões carídeos dulcícolas. A reprodução do camarão e o cultivo das larvas após eclodirem dos ovos (larvicultura), são tarefas extremamente complexas e delicadas, que são realizadas apenas por laboratórios especializados.

Nos laboratórios de larvicultura de camarões marinhos, ao longo de 10-20 dias de cultivo larval, a larva passa por estágios (náuplio, mísis e zóea), que na natureza aconteceria no zooplâncton marinho. Ao fim do processo de larvicultura, a larva sofre uma metamorfose radical. Deixa de ser um organismo zooplânctônico, nadando ativamente na coluna d'água, e passa a ser um animal bentônico, a que passamos a chamar de pós-larva (PL).

A cada dia que passa, depois da metamorfose, a PL recebe um sufixo numérico, que indica quantos dias decorreram desde sua metamorfose, de larva para pós-larva. Assim, uma PL₁₄ tem cerca de 24 dias de vida, 10 dias como larva e 14 dias como PL.

O carcinicultor adquire as pós-larvas dos laboratórios especializados, que as disponibiliza para serem transportadas para a fazenda. O ideal é que as PL's tenham atingido tamanho e maturidade física suficiente para suportar as condições de cultivo externo. As PL's são geralmente adquiridas em lotes de mil indivíduos, os chamados “milheiros”.

Quanto mais tempo as PL's permanecerem no laboratório, maiores serão os riscos de mortalidades e de prejuízos. Por isso, para o laboratório de larvicultura é mais lucrativo e menos arriscado vender e transportar PL's assim que elas sofram a metamorfose e consigam minimamente suportar as condições ambientais que irão encontrar na fazenda. Desta forma, a partir de PL₇ (sete dias após a metamorfose), já possível serem comercializadas.

Por outro lado, para o carcinicultor, quanto mais desenvolvidas estiverem as pós-larvas, maiores serão as chances de que sobrevivam após o povoamento. Por isso, pós-larvas mais velhas que PL₁₀ (preferencialmente PL₂₀) são tecnicamente mais vantajosas. No entanto, este tempo a mais, sendo mantidas no laboratório, certamente é compensado por um maior custo final dos lotes de PL comercializados.

8.2 Densidade de estocagem

Existem duas formas para se aumentar a produção e, conseqüentemente, a receita: aumentando a área destinada ao cultivo e/ou aumentando as densidades de povoamento, ou seja, produzindo mais camarões por unidade de área. O aumento de área de cultivo implica em maiores investimentos e em maiores restrições ambientais. O aumento de densidade é muito mais fácil de ser implementado.

Por isso, a questão principal relacionada ao povoamento da fazenda costuma ser: qual é densidade ideal de povoamento?

Infelizmente, não há uma resposta única para essa pergunta. A carcinicultura não é uma ciência exata. A ideia de que quanto mais camarões se colocam nos viveiros, maior será a produção é apenas parcialmente verdadeira. Ela só é válida enquanto os recursos (ração, aeração, água de qualidade, espaço para os animais crescerem) forem suficientes. Se qualquer um desses recursos se tornar limitante, os animais param de crescer, podem ficar doentes e até mesmo morrer. E neste caso, o prejuízo será grande.

Além disso, as próprias pós-larvas representam um custo significativo de produção. Cada milheiro de PL₂₀, sem considerar o custo de frete, custa o equivalente a 4,5 kg da ração utilizada na engorda dos camarões (pós-larvas: US\$ 4,06/milheiro; ração: 0,90/kg).

Mesmo considerando uma fazenda seja manejada de maneira muito eficiente (o que não é de se esperar de um carcinicultor inexperiente, em uma fazenda nova), uma determinada perda por mortalidade deve sempre ser esperada. Fazendas muito bem manejadas e livres de doenças podem alcançar taxas finais de sobrevivência superiores a 95%, embora taxas entre 89-90% já possam ser consideradas bastante satisfatórias.

Portanto, o número de milheiros de PL's a ser adquirido é o produto da densidade planejada de camarões, por metro quadrado, pela área total a ser povoada, acrescido de uma taxa de mortalidade teórica prevista (por exemplo, 25%).

Se uma fazenda utiliza uma densidade de 30 camarões/m², para cada hectare a ser povoado serão necessárias 300.000 PL's ou o valor equivalente a 1.350 kg de ração. É fácil perceber que, dependendo do volume de PL's necessário para o povoamento de toda a fazenda, o custo de aquisição das pós-larvas pode ser um fator de grande impacto financeiro, podendo variar entre 7 e 15% do custo total de produção do camarão. Assim, é fundamental que o produtor defina adequadamente a densidade de pós-larvas a ser utilizada, levando em consideração os recursos materiais, tecnológicos, financeiros e humanos disponíveis.

Critérios para definição da densidade de povoamento

O carcinicultor é, antes de tudo, um empresário do setor rural, que deve conhecer sua propriedade e suas particularidades e buscar sempre o aperfeiçoamento tecnológico e operacional dos sistemas de produção. Por isso, a densidade exata de povoamento não deve ser definida como uma receita de bolo. Ela deve ser decidida com base em critérios técnicos e econômicos, como:

- **O preço do camarão no mercado:** o mercado costuma ser bastante instável, de modo que o produtor deve sempre avaliar as relações custo/benefício de utilizar uma maior densidade de estocagem (30 ou mais camarões/m²) e vender camarões de menor tamanho (8-10 g) ou de reduzir a densidade (não passando de 15 camarões/m²), mas produzindo um camarão de 17 g ou mais, em um mesmo período;
- **No tempo de cultivo e no tamanho médio do camarão na despesca:** quanto maiores forem as densidades utilizadas, menores costumam ser as taxas de crescimento e, portanto, mais difícil será obter camarões maiores e lotes mais uniformes.
- **As práticas de manejo:** a capacidade de suporte do ambiente é limitada, mas pode ser ampliada, como já foi dito (com o uso de pré-berçários, aeradores, substratos verticais, rações de alta qualidade, probióticos, etc.). Assim, o aumento da densidade de povoamento deve ser ancorado sempre na melhoria das práticas de manejo.
- **Na experiência do técnico responsável ou do próprio produtor:** para minimizar os riscos, é importante que o produtor adquira uma certa experiência e o conhecimento da sua própria propriedade, antes de se aventurar a bater recordes de produção.
- **A temperatura da água e da estação do ano:** este critério é especialmente válido para fazendas localizadas nas regiões Sudeste e Sul, onde a sazonalidade climática e as baixas temperaturas de inverno costumam provocar elevadas taxas de mortalidades e redução das taxas de crescimento.

8.3 Variação das densidades de estocagem através do tempo

Na década de 80, os cultivos no Brasil ainda eram realizados em regime extensivo, utilizando diferentes espécies nativas, com densidades de povoamento que não passavam de 5 camarões/m². Na década de 90, aconteceu a introdução do camarão-cinza *Litopenaeus vannamei*, uma espécie que tolera maiores taxas de adensamento. A partir daí, novas práticas de manejo passaram a ser desenvolvidas, como o uso de rações balanceadas e de melhor qualidade; o arraçamento passou a ser feito através de bandejas de alimentação; houve uma maior compreensão e controle

dos processos de produção de alimentos naturais no viveiro. Com isso, o regime de produção passou a ser chamado de semi-intensivo e as densidades de povoamento chegaram a até 25-30 camarões/m².

A partir da virada do século, o posicionamento das entidades ambientais criou restrições crescentes à expansão de novas áreas e forçou a carcinicultura nacional a procurar maior lucratividade através do aumento da densidade de estocagem. Com o avanço do conhecimento e o surgimento de novas tecnologias, comentados na seção anterior, chegou-se a testar densidades de até 60 camarões/m², o que, teoricamente, permitiria a obtenção de níveis de produtividade de até 6.000 kg/ha/ciclo.

Apesar dos avanços, não existia (e até hoje não existe), uma tecnologia capaz de manter densidades tão altas de forma segura. O surgimento e os problemas causados pela temível WSS (do inglês “White Spot Síndrome” ou doença da mancha branca), oficialmente a partir de algumas fazendas localizadas em Santa Catarina em 2004, e da IMN (do inglês “Infectious Myonecrosis” ou Mionecrose Infeciosa), em vários estados do Norte e Nordeste, foram certamente potencializados pelo nível de adensamento praticado nos cultivos brasileiros naquela época.

A crise vivida pela carcinicultura brasileira teve diversos fatores, não somente os de ordem sanitária, mas sem dúvida, enquanto as condições econômicas vêm e vão, é consenso que as enfermidades vieram para ficar.

No entanto, todos os problemas enfrentados ao longo do tempo fizeram da carcinicultura uma indústria pujante e tecnificada. Desde o surgimento destas enfermidades, os carcinicultores vêm aprendendo a lidar com a questão das doenças, desenvolvendo técnicas de manejo que permitem que se produza ao mesmo tempo em que se convive com doenças nas fazendas.

Novas enfermidades surgem a todo o momento. A EMS ou Síndrome da Mortalidade Precoce é a mais recente preocupação. Pesquisas recentes demonstram que a enfermidade tende a ocorrer quando existe uma associação entre *Vibrio parahaemolyticus*, uma bactéria relativamente comum em viveiros, e um vírus bacteriófago, que causa um aumento da sua virulência.

Os estudos realizados desde então vêm mostrando que a simples presença do vírus nas fazendas não necessariamente determina a ocorrência das mortalidades. Está cada vez mais claro que as condições estressantes às quais os animais são submetidos são o principal gatilho para a dispersão de enfermidades virais. Por esta razão, práticas de manejo menos agressivas e mais cuidadosas são tão aconselháveis.

8.4 Densidades empregadas atualmente

Atualmente no país há uma grande variação de densidades de povoamento empregadas. Essas densidades costumam variar de 25 a 50 camarões/m², podendo esse número passar de 100 camarões/m² em sistemas que empregam regimes intensivos de produção. Já os cultivos de camarões realizados em pequenos viveiros (1.000 – 2.000 m²), realizados em águas oligohalinas, que permitem o tratamento mais fácil da água, chegam a empregar densidades que podem passar de 115 camarões/m².

Como provavelmente as restrições ambientais não se tornarão menos rigorosas no

futuro, o desafio de aumentar a produção não será facilmente respondido com aumento de áreas de cultivo. Na verdade, esta pressão tem sido direcionada para o desenvolvimento de sistemas de produção operados em regimes cada vez mais intensivos. Entre os mais promissores estão os cultivos em sistema heterotrófico (bioflocos), em que densidades podem chegar a 300 – 450 camarões/m³.

É consenso, no entanto, que muita pesquisa ainda precisa ser realizada antes que estes sistemas atinjam um nível de desenvolvimento tecnológico suficiente para justificar sua ampla popularização ¹¹¹.

Importante

Densidades excessivamente elevadas, sem o devido controle de todas as variáveis ambientais e nutricionais relacionadas aos camarões cultivados podem funcionar como um “gatilho” para o surgimento de enfermidades de grande impacto zootécnico e econômico. Por isso, em um sistema de Produção Integrada, mais que “bater recordes” de produtividade, os produtores precisam buscar o uso mais eficiente de todos os recursos envolvidos no processo produtivo. A lucratividade e a sustentabilidade desse regime de produção estão diretamente relacionadas a isso.

8.5 Aquisição das pós-larvas

8.5.1 Avaliação da qualidade das pós-larvas

Em uma fazenda bem estruturada e gerenciada, não seria exagero afirmar que um dos pontos críticos é a qualidade das PL's que serão utilizadas na engorda dos camarões. Por isso, deve-se ter bastante cautela quando da sua aquisição.

As consequências da aquisição de PL's de baixa qualidade incluem grandes mortalidades após o povoamento dos viveiros, taxas de crescimento e taxas de conversão alimentar final insatisfatórias, desuniformidade dos lotes ao final do cultivo, além de maior propensão a doenças.

Difícilmente o laboratório que vendeu as PL's irá se dispor a ressarcir os prejuízos causados ao produtor, uma vez que estas consequências podem ser resultado da interação entre o fator “qualidade da larva” com as possíveis deficiências de manejo ou do próprio ambiente de cultivo. A principal providência, portanto, é assegurar que as PL's sempre sejam adquiridas de laboratórios reconhecidamente idôneos e com histórico de produção de qualidade.

Sempre que possível, deve-se dar preferência por laboratórios localizados próximos à região onde serão engordados os camarões por uma razão importante: a duração máxima recomenda para transporte das pós-larvas é de cerca de 24 h. Períodos superiores a esse podem provocar elevado estresse e grandes perdas de PL's. Alguns

laboratórios, por exemplo, sequer enviam PL's por via aérea se houver a necessidade de baldeação em algum aeroporto.

Recomenda-se também que o técnico vá pessoalmente até o laboratório onde pretende comprar as PL's, procurando conhecer o lote que irá adquirir. O ideal é visitar o laboratório em duas oportunidades: antes de fechar negócio e, mais tarde, antes das PL's serem embaladas e transferidas definitivamente para os viveiros de engorda. As PL's devem ser avaliadas com cuidado e atenção, justamente para subsidiar esta aquisição. É possível analisar características macroscópicas (Figura 65), microscópicas e comportamentais.

Características macroscópicas das larvas de boa qualidade ¹.

- O tamanho das larvas deve ser proporcional à sua idade. As PL₁₀ devem apresentar comprimento entre 6 e 10 mm. Se larvas apresentarem comprimento menor que o esperado, pode ser um sinal de que a densidade larval durante a larvicultura foi maior do que a recomendada, sofreram subalimentação ou foram expostas a alguma enfermidade durante essa fase de produção.
- Também não deve haver uma discrepância de mais de 20% no tamanho entre as maiores e as menores larvas;
- O sexto segmento abdominal deve ser mais curto que o comprimento da carapaça;
- A musculatura abdominal deve apresentar aparência transparente e limpa;
- Os cromatóforos devem estar bem definidos (sem expansão);
- As larvas devem apresentar baixa incidência de erosões externas;
- Os animais não devem apresentar deformidades físicas;
- O corpo das larvas deve apresentar-se translúcido e não esbranquiçado ou opaco;
- Larvas saudáveis apresentam natação ativa;
- Larvas bem alimentadas também apresentam o intestino cheio, que pode ser observado através do exoesqueleto.
- Observar também a pigmentação característica e a musculatura transparente (não opaca).

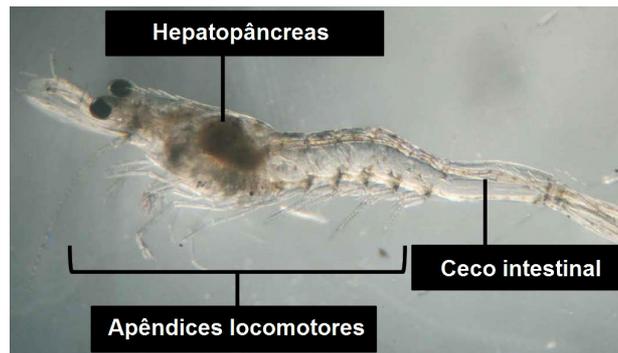


Figura 65. A aparência de uma PL de boa qualidade ¹¹².

Se houver a possibilidade de observar uma amostra ao microscópio, então características microscópicas poderão ser analisadas, o que, com certeza, trará mais segurança na compra. Munkongwongsiri et al. (2015) ¹¹² descreveram algumas características microscópicas das pós-larvas que podem ser úteis na avaliação da sua qualidade.

O primeiro órgão a ser observado é o hepatopâncreas. Este importante órgão deve ser visível e levemente translúcido. A sua coloração depende da dieta. É possível observar gotas de lipídios no interior hepatopâncreas de uma larva bem alimentada (Figura 66). Normalmente, quanto menores forem as gotas de lipídeos no hepatopâncreas, maior será a quantidade de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados disponíveis e, conseqüentemente, melhor a saúde e maior a resistência dos camarões.

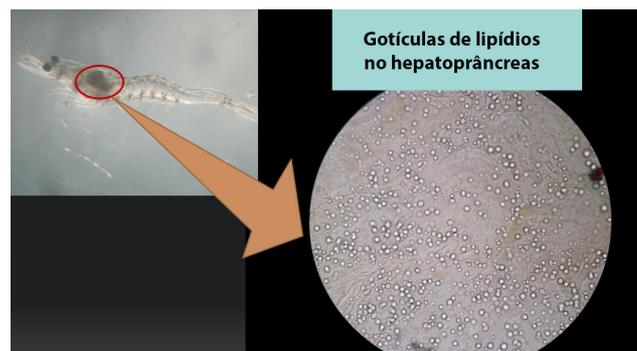


Figura 66. A observação do hepatopâncreas pode indicar a condição geral da larva ¹¹².

Quando o hepatopâncreas é pouco visível ou aparenta estar atrofiado ou com coloração muito escura, pode ser uma indicação de enfermidades, estresse ou subalimentação crônica.

Ao microscópio estereoscópico (ou lupa), deve-se observar se a relação músculo-intestino no sexto somito abdominal é igual ou maior que 4:1 ¹¹³, ou seja, se o intestino na porção terminal do último somito preenche no máximo 25% da espessura total do próprio somito (Figura 62).

A musculatura deve estar sempre bem junta ao exoesqueleto, pois se houver espaço entre ela e o exoesqueleto isso pode significar a ocorrência de alguma doença ou problema nutricional.

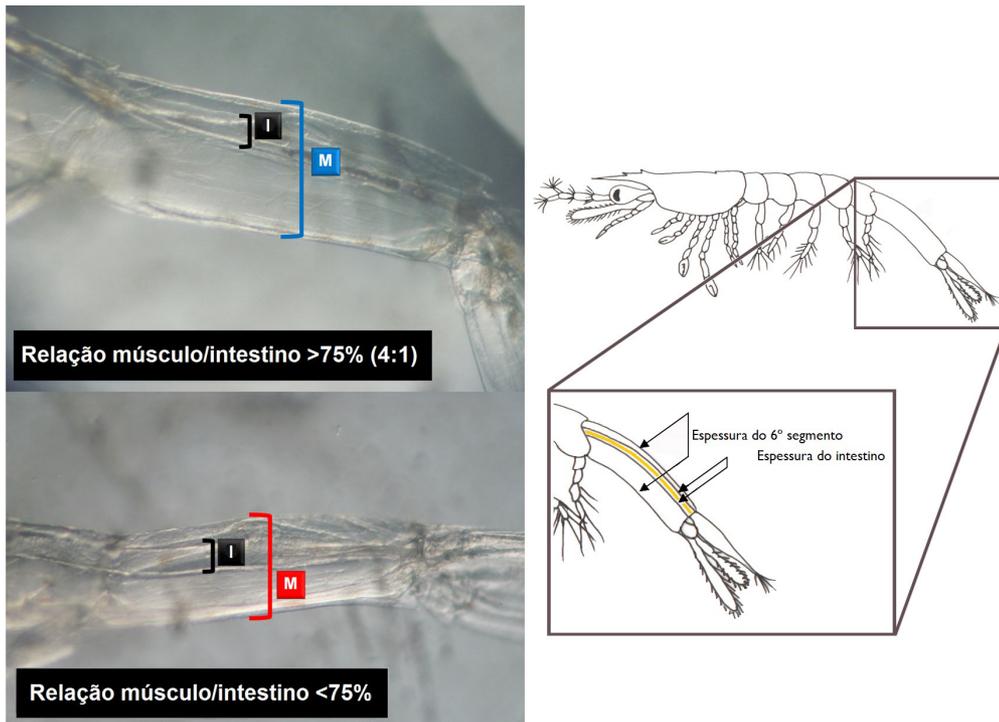


Figura 67. Pós-larva de *L. vannamei*. Sexto segmento abdominal. A relação entre a espessura do intestino e a do próprio segmento é uma indicação da saúde da larva ¹¹².

Ao microscópio também é possível observar se o sistema branquial já está completamente formado (Figura 68), apresentando brânquias íntegras e - muito importante - sem a presença de organismos epibiontes aderidos à sua superfície ¹¹⁴.

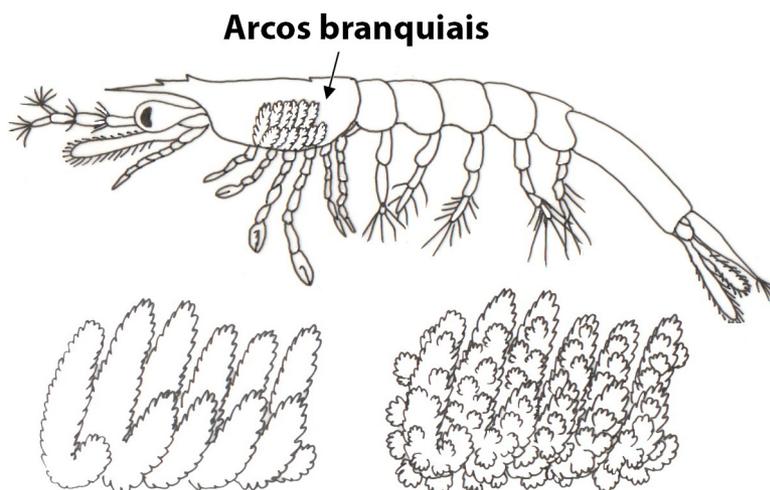


Figura 68. Com o avançar da idade, a larva desenvolve os seus filamentos branquiais, aumentando significativamente a superfície de contato com a água ¹¹⁴.

Organismos epibiontes ciliados (*Vorticella* spp., *Zoothamnium* spp, etc.) e algas filamentosas (*Leucotrix mucor*), se eventualmente presentes sobre a pós-larva, podem ser observados em microscópio. Não é necessário saber o nome de cada um deles, bastando entender que sua presença é indicadora de larviculturas mal manejadas ou de péssimas condições de cultivo. Lesões melanizadas, assim como os organismos epibiontes, devem estar ausentes ou presentes somente em quantidades mínimas. Outras alterações, indicadas na Figura 69, também devem ser investigadas.

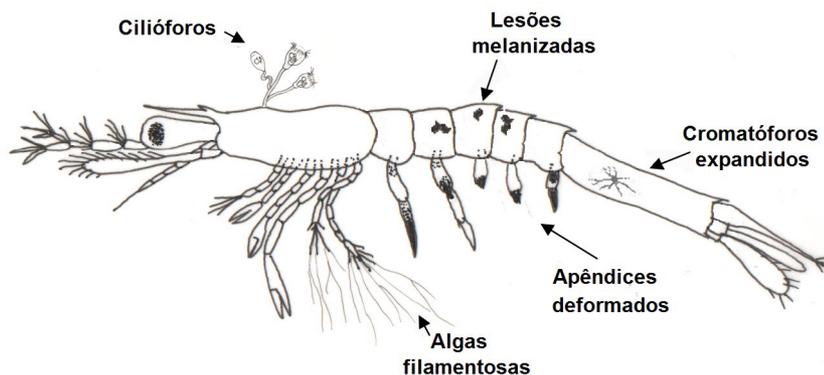


Figura 69. Pós-larva com várias indicações de má qualidade.

Alguns laboratórios de produção de PL's mais bem estruturados disponibilizam relatório de rastreabilidade, no qual os dados acerca do histórico da larvicultura podem ser consultados. Se esse relatório estiver disponível, é importante observar informações sobre os seguintes dados:

- Qual foi o tempo de duração da larvicultura. No caso da comercialização de PL₁₀, a larvicultura não deveria exceder 20 dias no verão e 25 dias no inverno.
- Se foram utilizados produtos químicos durante a larvicultura e, em caso positivo, quais e em qual quantidade;
- Se foi registrada a ocorrência de doenças durante a larvicultura.

Na segunda visita ao laboratório, o técnico poderá avaliar o comportamento das PL's. Alguns laboratórios restringem as visitas a apenas uma oportunidade. Neste caso, as recomendações acima devem ser concentradas nesta única visita.

As amostras de PL's devem ser agrupadas em um frasco de vidro e observadas com relação ao seu comportamento natatório. As PL's saudáveis devem nadar contra a corrente, reagem aos impactos no recipiente, não se agrupam e não demonstram desorientação.

Existem testes simples, que pode ajudar a avaliar o estado geral das pós-larvas, chamados testes de estresse¹¹⁵. Estes testes avaliam a capacidade dos animais de suportar choques salinos, tóxicos ou de temperatura. PL's em bom estado de saúde tendem a tolerar melhor estes tipos de teste que PL's fracas ou doentes.

O teste de estresse salino é o mais simples e pode ser realizado da seguinte maneira:

- Transferem-se 100 PL's para um recipiente contendo 1 L de água a doce (zero UPS), em presença de aeração suave;
- Esperam-se 30 minutos e antes de retorná-las a um recipiente contendo água com a salinidade original;
- Após mais 30 minutos conta-se o número de larvas sobreviventes

Interpretação dos resultados obtidos nos testes de estresse salino: Caso a sobrevivência seja superior a 75%, pode-se considerar as larvas como de boa qualidade. Caso a sobrevivência fique abaixo desse número, é uma indicação de que as larvas não estão bem, naquele momento. Pode-se tentar melhorar as condições de cultivo durante 24 h, repetindo-se o teste no dia seguinte.

Importante: Não se deve baixar a temperatura da água durante os testes de estresse, pois este procedimento provoca uma diminuição do metabolismo das PL's, podendo mascarar os resultados finais. Outro cuidado é realizar o teste de estresse sempre com frascos e água sem nenhum traço de cloro ou outro desinfetante.

Por fim, recomenda-se que, ao adquirirem lotes de pós-larvas, os carcinicultores colem três amostras contendo cerca de 100 PL's cada. Essas amostras devem ser fixadas em álcool etílico a 96% e mantidas para a realização de análises genéticas, caso os camarões cultivados apresentem doenças durante o cultivo. Em caso de problemas, essa precaução é importante para confirmar ou descartar a fonte de contaminação dos animais.

8.5.2 A contagem das PL

Se possível, o técnico deve acompanhar a contagem das PL's, no momento em que elas são embaladas para o transporte, ainda no laboratório. Essa contagem é importante por questões comerciais. Além disso, a contagem deverá ser refeita na fazenda, pois a densidade real de povoamento depende sempre de uma contagem bem-feita das PL's adquiridas.

O teste de estresse salino é o mais simples e pode ser realizado da seguinte maneira:

- Primeiro, concentram-se as PL's em um tanque de pequeno volume (de 1.000 L ou menos);
- Depois, realiza-se uma forte agitação da água no tanque;
- Em seguida, retiram-se amostras de água e larvas do tanque (sempre de mesmo volume), usando-se frascos graduados (500 mL ou de 1 L);
- Com um auxílio de uma peneira de malha fina, contam-se individualmente as larvas coletadas em cada frasco, classificando-as ainda em vivas ou mortas.
- Repete-se esse procedimento, até que o número de larvas coletadas passe a se repetir, ou seja, que o número médio de larvas capturadas por frasco se estabilize. Com estes dados, calcula-se, através de regra de três simples, o número total de larvas existente no tanque:

$$\text{NLT} = (\text{VT} \times \text{NL}) / \text{VF}$$

Onde:

NLT = Número de larvas no tanque

VT= Volume de água no tanque

NL= Número médio de larvas amostradas

VF= Volume do frasco amostral.

8.6 Relação entre os laboratórios e os produtores

Muitas das recomendações anteriores, apesar de pertinentes, não podem ser tão facilmente seguidas como eram no passado. No início da década de 90, havia mais laboratórios que hoje no Brasil, desde aqueles muito tecnicados, até os de cunho familiar.

No entanto, com o advento da crise comercial, ocorrida no início da década de 2000, e do surgimento de enfermidades avassaladoras, como a WSSV ou a IMNV, houve uma retração no mercado de pós-larvas, levando muitos laboratórios a fechar suas portas. Os laboratórios remanescentes se viram forçados a se adaptar à nova realidade. Desta forma, assim como as fazendas que sobreviveram à crise, os laboratórios “sobreviventes”, passaram a adotar práticas de controle sanitárias mais rígidas, o que incluiu a restrição ao acesso de pessoas estranhas às instalações e a alteração das rotinas operacionais.

Alguns laboratórios passaram também a investir em tecnologias de ponta, para poder diferenciar seus produtos em um mercado em crise.

Uma das primeiras respostas técnicas destes laboratórios foi o surgimento do conceito de PL's SPF (do inglês: "Specific Pathogen Free", ou livre de patógenos específicos). Muito mais que apenas uma proteção contra ações judiciais relacionadas à qualidade das PL's produzidas e comercializadas, o conceito de PL's SPF permitia que determinadas estratégias sanitárias fossem aplicadas nas fazendas, com o intuito de contornar os sérios problemas enfrentados com as enfermidades virais.

Além disso, os altos custos de produção recomendavam a produção de PL's de melhor desempenho que as PL's tradicionais. Por esta razão, os laboratórios mais importantes do país passaram a desenvolver caríssimos programas de melhoramento genético, através de tecnologias desenvolvidas em caráter extremamente fechado, com o maior nível de sigilo possível. O fruto destas tecnologias foi a produção de PL's geneticamente melhoradas, capazes de crescer mais e em menor tempo que as produzidas pelos concorrentes.

Nesse cenário, é fácil perceber que apenas laboratórios com adequada infraestrutura e com grande capacidade de investimento seriam capazes de produzir PL's SPF e também geneticamente melhoradas. Por esta razão, estas tecnologias passaram a ser tratadas como verdadeiros segredos industriais. Conseqüentemente, estes laboratórios passaram a usar estas tecnologias como vantagem comercial na competição contra laboratórios concorrentes menos estruturados.

Com a comercialização de PL's concentrada na mão de poucos grupos privados, fica fácil perceber porque os laboratórios se tornaram muito menos abertos à visitaçã o e ao escrutínio dos seus clientes do que eram no passado.

8.7 Transporte das pós-larvas

Diferentes laboratórios podem adotar diferentes protocolos para o transporte das PL's. Porém, apesar de não estar sob o controle direto do técnico da fazenda, é importante que ele verifique se certos princípios básicos foram respeitados durante o transporte, como recomendado na Tabela 21 e na Tabela 22.

Tabela 21. Condições recomendadas para o transporte de pós-larvas até a fazenda de cultivo.

Variável	Recomendações
Água	O ideal é que as PL's sejam embaladas e transportadas em água com salinidade e o pH próximos aos da água para onde serão transferidas quando chegarem à fazenda.
Horário de transporte	O transporte deve ser programado de tal forma que as PL's cheguem à fazenda preferencialmente nos horários de menor temperatura, no início da manhã ou no final da tarde.

Variável	Recomendações
Forma de transporte	<p>Se a distância for inferior a 8 horas e o trajeto puder feito por via terrestre, é preferível transportar as PL's em tanques ou caixas de transporte. Nestes casos, o caminhão de transporte deve estar equipado com aparelhos de aeração (compressor) ou de oxigenação (cilindros de oxigênio), com capacidade para manter o oxigênio dissolvido em 80 % da concentração máxima durante todo o percurso, incluindo um tempo extra para a transferência das pós-larvas até os tanques de aclimação na fazenda. Se o transporte envolver períodos maiores que 12 h, o ideal é que seja feito por via aérea, como carga viva. Neste caso, as PL's são transportadas em sacos plásticos protegidos por caixas de papelão (Figura 70). Os sacos possuem 30 litros de capacidade, mas são preenchidos com apenas 16 litros de água. O restante é reservado para preenchimento com oxigênio puro, ao final da embalagem. São usados sacos plásticos duplos (um dentro do outro) para aumentar a resistência e para impedir a saída do oxigênio.</p>
Higienização	<p>Tanto as caixas de transporte quanto o próprio caminhão devem ser previamente muito bem higienizados com água hiperclorada, para evitar a contaminação da área de expedição do laboratório e posteriormente, de outras fazendas. A técnica de higienização recomendada é a mesma recomendada para desinfecção de equipamentos usados na fazenda.</p>
Densidade de transporte	<p>A densidade máxima recomendada para as caixas de transporte fica em torno de 180.000 PL's por tanque de 200 L. Já nos sacos de transporte, é a idade da PL (e seu tamanho) que determina a densidade máxima em cada saco. PL's maiores requerem relativamente mais água e o custo do transporte será proporcionalmente mais alto. No caso de PL₁₀₋₂₀, a densidade deve variar entre 700-1.000 PL/L ¹¹⁶, dependendo do tempo de transporte.</p>

Variável	Recomendações
Alimentação das PL's	<p>Em situações estressantes, as PL's de camarão tendem a praticar o canibalismo. Mesmo que uma larva não seja capaz de matar a outra, os ferimentos provocados pela tentativa de predação serão uma porta de entrada para bactérias, diminuindo suas chances de sobrevivência em longo prazo. Para reduzir o canibalismo, pode-se adicionar náuplios de artêmia recém-eclodidos na água de transporte, na densidade de 2 a 3 por larva. Durante o transporte em caixas de transporte é importante checar a quantidade de alimento a cada 4 horas. Caso a densidade de náuplios de artêmia seja baixa, é possível complementar a alimentação rações especiais para PL's (Frippak #3[®] ou Flake[®], em razão de 1,5 g por tanque). Já se o transporte for feito em sacos, eles não deverão ser abertos até a chegada ao destino final.</p>
Manutenção da qualidade da água	<p>Uma boa prática é adicionar carvão ativado, em proporção de 0,3 g/L, para reduzir o impacto causado sobre a qualidade da água pela degradação de camarões e náuplios de artêmia mortos e dos resíduos nitrogenados liberados na água. A água de transporte também pode ser enriquecida com microalgas (p. ex. <i>Thalassosira</i> spp. na proporção de 80.000 cel./mL.). As algas ajudam a evitar uma redução excessiva do pH da água durante o transporte. Outra substância que pode ser na água de transporte, para evitar a variação de pH é o Tris (Hydroximetil Amino-Metano), em concentração de 1,0 g/saco.</p>
Temperatura	<p>A temperatura da água de transporte pode ser reduzida, para reduzir o metabolismo das PL's. Para transportes curtos, de até 4 h, pode-se reduzir para 24°C. Para transporte com duração de até 12 horas, pode-se reduzir para 22°C. Para transportes com duração superiores a 12h, reduzir para 20°C. Períodos de transporte mais longos que 24h são desaconselháveis. O processo de redução da temperatura para o transporte de PL's não deve ser muito rápido, seguindo, no máximo, uma relação de 1°C a cada 15 minutos.</p>

Variável	Recomendações
Outros	Para os períodos de transporte longos, as caixas de papelão, contendo os sacos de transporte, podem ser forradas com placas de isopor, ou as PL's transportadas em caixas térmicas, para evitar aumento gradual da temperatura da água. No transporte das PL's sem caixas de isopor, por períodos superiores a 12 h, pode-se colocar 2 a 3 kg de gelo em sacos plásticos e acondicioná-los juntos aos sacos contendo PL's, nas caixas de isopor.

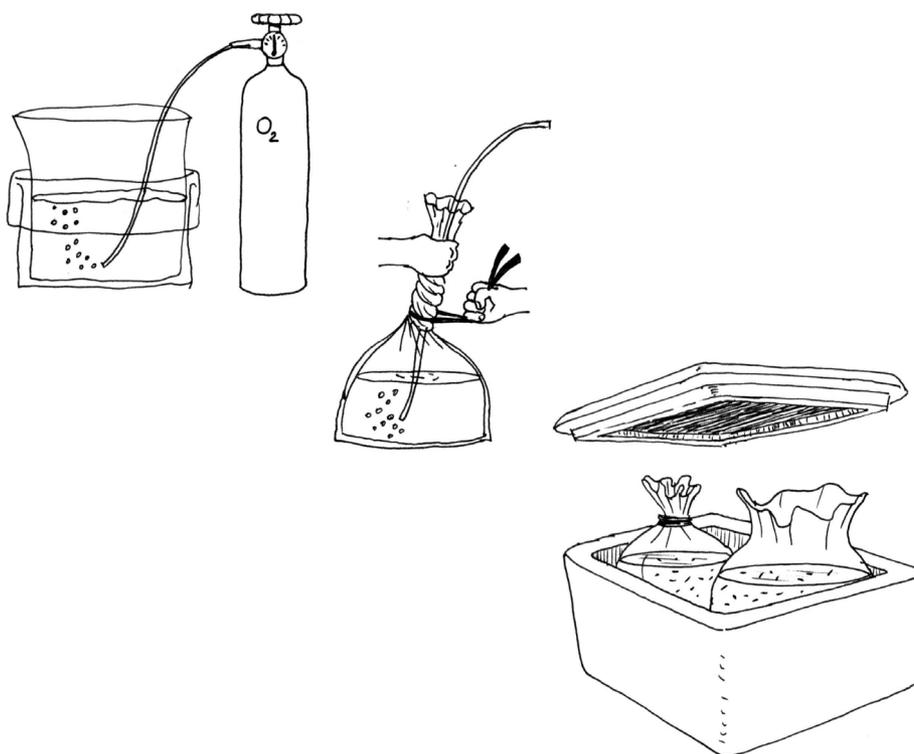


Figura 70. Embalagem de PL's para o transporte.

Tabela 22. Condições recomendadas para o transporte de PL's até a fazenda de cultivo ¹¹⁶.

Tempo de transporte (h)	Temperatura (°C)	Sacos Plásticos (PL/L)	Alimento (Náuplio/PL)	
			Saco de transporte	Caixa de transporte
0-3	Ambiente	1.000	30	35
3,1-5	25	1.000	35	40

Tempo de transporte (h)	Temperatura (°C)	Sacos Plásticos (PL/L)	Alimento (Náuplio/PL)	
			Saco de transporte	Caixa de transporte
8,1-12	23	1.000-900	50	55
12,1-15	22	900	55	Não recomendado
15,1-18	20	900-800	60	Não recomendado
Mais de 18 h	18	800-700	65	Não recomendado

O técnico deverá solicitar do laboratório escolhido uma guia com a descrição dos principais parâmetros de qualidade da água presente nos sacos plásticos no momento do embarque, assim como a descrição da densidade e da qualidade das PL's (resistência no teste de estresse, estágio e quantidade de alimento e outros itens que foram adicionados na água).

Na região Sul do país ou em regiões que apresentem temperaturas frias no inverno, deve-se realizar o povoamento das PL's apenas quando a temperatura da água apresentar condições suficientes para o desenvolvimento das mesmas. Na prática, isso significa que a temperatura da água deverá ser superior a 20°C na época do povoamento.

A utilização de pré-berçários instalados no interior de estufas, para estes casos, é uma prática que permite a recepção das pós-larvas antes que o clima para o povoamento externo esteja adequado. Com isso é possível antecipar, em regiões mais frias, os cultivos e aproveitar melhor o período mais quente para a engorda dos camarões.

8.8 Aclimação das pós-larvas

Outra etapa crítica do processo de produção de camarões marinhos é o povoamento dos viveiros da fazenda. Como o custo das PL's é um forte fator de impacto para a viabilização financeira do empreendimento, a perda de um lote por erros de manejo após a sua chegada na fazenda, além do prejuízo financeiro, pode levar a atrasos no planejamento operacional e afetar o plano de comercialização da safra.

Aclimação é o nome dado ao lento processo de homogeneização entre a água em que foram transportadas as PL's (nos sacos ou nas caixas de transporte) e a água para onde elas serão transferidas. Cada espécie de camarão apresenta diferentes níveis de tolerâncias à oscilação brusca das variáveis de qualidade de água. Apesar do *L. vannamei* ser uma das espécies mais tolerantes, neste quesito, as PL's são sempre organismos bastante frágeis e que requerem cuidados extremos quando transferidas de um ambiente para o outro.

As PL's recém-chegadas dos laboratórios podem ser liberadas nos tanques pré-berçários, nos viveiros berçários ou diretamente nos viveiros de engorda. Seja qual for o seu destino, é imprescindível que passem por um processo de aclimação ao novo

ambiente, no sentido de reduzir os impactos durante essa transição. Os parâmetros que deverão ser gradualmente ajustados são: temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido.

8.8.1 Material necessário para a aclimação

Em uma situação real, nem todos os viveiros estarão prontos para receber as PL's ao mesmo tempo, nem isso seria desejável, já que o procedimento é complexo e demorado e a logística costuma ser difícil.

A aclimação é um processo estressante, não somente para as PL's, mas também para os trabalhadores e técnicos responsáveis pela operação. Por esta razão, é fundamental que ao lado de cada viveiro a ser povoado seja instalada uma "estação de aclimação", com todos os equipamentos e material necessários, antes mesmo da chegada das PL's à fazenda. Estas estações nada mais são que construções rudimentares, feitas com vigas de madeira para garantir as condições de trabalho no local da aclimação.

A estação deve ser provida de energia elétrica com boa capacidade de carga. Também deve possuir iluminação suficiente para que os trabalhos possam se estender noite adentro. Em alguns casos, é interessante que seja construído também um pequeno deck, para evitar que os trabalhadores tenham que adentrar no viveiro, levantando sedimento, reduzindo a qualidade da água no ponto onde as PL's serão liberadas e comprometendo as próprias condições de trabalho. Os materiais e equipamentos que devem estar à disposição para a aclimação das pós-larvas estão apresentados na Tabela 23.

Tabela 23. Materiais e equipamentos necessários para a aclimação das pós-larvas após sua chegada à fazenda.

Materiais e Equipamentos	Recomendações
Tanques de aclimação	A aclimação das PL's deve ser feita em tanques de 500 L, previamente desinfetados. Deverão ser instalados tanques em número suficiente para que a aclimação de todas as PL's destinadas para aquele viveiro seja feita de uma só vez. A densidade máxima recomendada para a aclimação é a mesma do transporte, ou seja, 700-1000 PL/L. Em dias muito quentes, esta densidade deve ser reduzida pela metade. Em caso de falhas no sistema de aeração, a densidade deve ser reduzida para 200 PL/L ou menos. O ideal seria dispor de sacos plásticos adicionais, contendo água do laboratório, sem PL's, para ajudar posteriormente no processo de aclimação na fazenda. Isso implicará no aumento dos custos de transporte, o que pode ser completamente inviável no caso de transporte aéreo.

Materiais e Equipamentos	Recomendações
EDTA	O EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) é um produto químico que tem a propriedade de se quelar a metais, removendo-os da água, reduzindo os riscos de contaminação e o estresse a que os camarões são submetidos. É usado na concentração de 2 ppm.
Gelo	É provável que a temperatura da água de transporte chegue à fazenda abaixo da temperatura dos viveiros. Desta forma, pode ser necessário também ter à mão sacos de gelo, para reduzir a temperatura da água nos tanques de aclimação. Se for necessário utilizar o gelo, é importante que ele não seja colocado diretamente em contato com a água para não alterar a sua salinidade ou, eventualmente, contaminá-la com algum produto químico presente na água utilizada para preparar esse gelo.
Carvão ativado	Como a qualidade da água nos sacos de transporte já chega à fazenda bastante comprometida e como as PL's serão alimentadas durante a aclimação, prejudicando ainda mais a qualidade dessa água, o carvão ativado acaba sendo uma ferramenta importante para absorver os compostos tóxicos presentes na água, minimizando o estresse dos camarões.
Oxigênio puro	Provavelmente, as PL's chegarão em sacos contendo uma água ainda supersaturada de oxigênio dissolvido (com concentrações superiores a 15 mg/L). Assim, a transferência das mesmas para outro ambiente com concentrações muito menores pode significar um estresse desnecessário, principalmente porque durante a aclimação as PL's serão mantidas em altas densidades nos tanques. Por isso, é sempre recomendável que o técnico tenha à sua disposição cilindros com oxigênio puro para injetar na água dos tanques de aclimação até que as concentrações de OD nessa água atinjam a mesma concentração da água dos sacos de transporte.
Alimento para aclimação	Os mesmos alimentos utilizados durante o transporte (náuplios de artêmia recém-eclodidos ou congelados, Frippak #3 ou Flake) podem ser utilizados durante a aclimação. Uma alternativa caseira, porém eficiente, é o uso como alimento de gema de ovo cozido, esfarelada e peneirada através de malha de 500 μ m.

Materiais e Equipamentos	Recomendações
Instrumentos	A aclimação é basicamente um ajuste entre as variáveis físicas e químicas da água de transporte e dos viveiros. Para realizar isso, equipamentos que medem estas variáveis são fundamentais, ou seja, um: refratômetro (para medir a salinidade), um oxímetro (oxigenômetro), um pHmetro e um termômetro.
Bombas e mangotes	Será necessário bombear a água dos viveiros ou dos tanques pré-berçários para a caixa de aclimação. Uma pequena bomba submersa pode ser instalada no viveiro, à pelo menos 3 metros de distância do talude. A bomba deve ser instalada sobre flutuantes, para coletar na coluna d'água, evitando coletar o sedimento do fundo. A água pode ser transferida para o tanque de aclimação por meio de um mangote. Pode-se também instalar um segundo tanque, semelhante ao tanque de aclimação para armazenar a água do viveiro. Este tanque deve ser instalado em um nível acima do de aclimação, para que a água flua por gravidade. Depois de cheio, pode-se diluir 1,0 g de EDTA para cada 500 L de água armazenada (2 ppm). Um segundo mangote deve estar disponível para drenar a água do tanque de aclimação de volta para o viveiro. Na ponta do mangote que ficará em contato com as PL's, deve-se instalar um filtro telado, para evitar que as PL's sejam sugadas para o viveiro antes da hora.
Sistema de aeração	É fundamental que a estação de aclimação conte com compressores de ar ou garrafa de oxigênio puro, manômetros, mangueiras e difusores de ar para distribuir o ar/oxigênio para o tanque de aclimação.

8.8.2 Procedimentos de aclimação

O procedimento básico da aclimação é simples: deve-se substituir lentamente a água em que as PL's foram transportadas desde o laboratório pela água para onde as PL's serão transferidas ¹³. Este processo não pode ser lento demais, porque as PL's estarão estressadas pelo transporte e sendo mantidas no tanque em densidades muito altas. Mas também não pode ser muito rápido, a ponto de gerar um choque, térmico, de pH ou osmótico nas PL's.

As PL's devem chegar à fazenda preferencialmente pela manhã ou no final da tarde. Deve-se pegar 5 dos sacos de transporte, escolhidos ao acaso, e medir a temperatura, a salinidade, a concentração de OD e o pH da água. Após abertos, é fundamental

suprir esses sacos com oxigênio puro, para que as PL's não morram pela falta de oxigênio. Os dados medidos na água durante a aclimatação deverão ser anotados em uma planilha. Em seguida, é preciso calcular os valores médios de todos os parâmetros medidos nos cinco sacos. Eles servirão de base para planejar o processo de aclimatação.

Geralmente, a água vinda do laboratório apresenta concentrações de oxigênio dissolvido, salinidade e pH mais elevados do que os viveiros ou tanques na fazenda, onde as PL's serão liberadas. Mas existem situações em que pode ocorrer o inverso, portanto, o carcinicultor deve sempre fazer este levantamento, antes de iniciar a aclimatação.

O passo seguinte é transferir a água de transporte contendo as PL's de todos os sacos para o tanque de aclimatação, que deve estar vazio no início desse processo, respeitando-se as densidades recomendadas. No exemplo citado anteriormente (do transporte de PL's para povoamento de 1 ha), haverá cerca de 300 a 429 L de água nos sacos de transporte. A aclimatação deve ter início, portanto, com essa água.

Depois de transferidas para o tanque de aclimatação, é necessário checar a disponibilidade e completar o alimento disponível nos tanques, além de promover a aeração/oxigenação, mantendo os níveis de oxigênio dissolvido acima de 80% de saturação.

Baseado nos dados médios de salinidade, temperatura e pH, é possível iniciar o processo de troca de água. No exemplo acima, se estiver sendo usada uma caixa de 500 L de capacidade, pode-se iniciar o procedimento adicionando a água do viveiro até que este limite seja atingido. Em seguida, uma parte da água do tanque de aclimatação deve ser retirada, por sifonagem, e o nível sequencialmente repostado. À medida que a água do transporte vai sendo substituída na caixa de aclimatação, os valores de salinidade e pH vão ficando mais parecidos com aqueles da água do viveiro ou do pré-berçário.

A quantidade de água a ser trocada dependerá das condições ambientais dela no início e ao final da aclimatação. Já a velocidade de troca dependerá de qual variável foi usada como base para a aclimatação (geralmente temperatura, salinidade ou pH). Deve-se sempre utilizar como referência a variável mais restritiva, cuja diferença entre os valores atuais e os desejáveis seja proporcionalmente maior.

Considerando o ajuste baseado na salinidade, por exemplo, se o ajuste for realizado dentro da faixa entre 35 e 20 UPS, é possível reduzir 1 UPS a cada 15 minutos. Se o ajuste for feito entre 20 e 15, é recomendável que se demore 30 minutos para reduzir 1 UPS, com 30 minutos de descanso. Entre 15 e 10, pelo menos uma hora para reduzir apenas 1 UPS, aumentando o tempo de descanso para uma hora.

Salinidades mais baixas requerem aclimações ainda mais cuidadosas e demoradas. Devemos lembrar sempre que o tempo excessivo despendido na aclimatação passa a ser um risco adicional para a sobrevivência das PL's.

É possível solicitar previamente ao laboratório de origem que a água de transporte seja ajustada à mesma salinidade dos viveiros da fazenda, de tal forma que, na recepção, a diferença não seja tão grande e a aclimatação possa ser a mais rápida possível ¹¹⁷.

Outras variáveis, como oxigênio dissolvido, temperatura e pH, não têm como ser

previamente ajustadas, de tal forma que, mesmo se as salinidades entre a água de transporte e do viveiro sejam as mesmas, a aclimação terá que ser obrigatoriamente realizada.

A Figura 71 indica o tempo máximo, em minutos, recomendado para redução da água do tanque de aclimação em 1 UPS em função da faixa de ajuste.

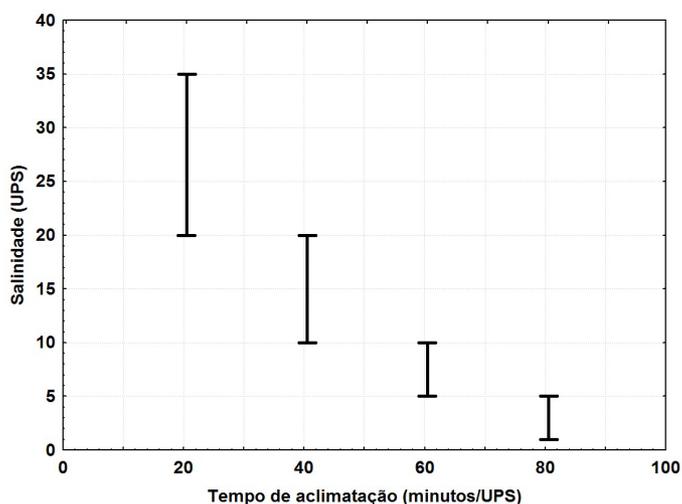


Figura 71. Relação entre a velocidade de aclimação e a salinidade da água.

Em geral, quando as salinidades se igualam, a temperatura da água nos dois compartimentos também já se igualou. No entanto, quando as PL's são provenientes de laboratórios muito distantes é comum que sejam embaladas em temperatura reduzida. Neste caso, deve-se aclimatar na velocidade de 2°C a cada 30 minutos. Todo esse processo deve ser feito com água sendo continuamente aerada ou oxigenada.

A velocidade de aclimação deve ser ajustada também em função do vigor das PL's. O procedimento descrito acima é indicado para PL's que responderam ao teste de estresse com sobrevivência acima de 80%. PL's mais fracas devem ser aclimatadas ainda mais lentamente.

Durante a aclimação, deve-se também observar e registrar o comportamento das PL's nos tanques de aclimação, analisando o nível de atividade natatória; a existência de PL's com natação errática; a presença de mudas (ecdises) na água; a presença de PL's mortas; além da ocorrência e frequência de canibalismo. Sempre que estressadas, as PL's apresentam aumentos expressivos nas taxas de canibalismo. Por isso, elas também devem ser continuamente alimentadas com pequenas e frequentes porções de ração durante a aclimação.

Caso a aclimação demore mais de 2 horas, o técnico deverá misturar cerca de 200 g de carvão ativado para cada 500 litros de água, para melhorar a qualidade da água e elevar a sobrevivência das PL's. Se precisar repor a água na caixa usada como reservatório, acrescenta-se mais EDTA (2 ppm), repetindo o processo descrito previamente.

Às vezes, a aclimação das PL's ao pH pode ser bastante lenta e difícil, em função

efeito tampão da água do mar (tendência do pH de retornar rapidamente ao seu valor original). Caso o pH da água contendo as PL's esteja muito elevado, sugere-se a utilização de ácido muriático (ácido clorídrico) para baixá-lo e deixá-lo mais próximo da água do viveiro. A sugestão é adicionar lenta e cuidadosamente 5 mL deste ácido para cada 500 L de água. O ácido deverá ser adicionado quantas vezes forem necessárias, desde que se respeite a proporção de variação máxima de 0,5 unidades de pH/hora.

Durante a aclimação, recomenda-se coletar uma amostra de aproximadamente 30 PL's e, com auxílio de uma lupa, avaliar: a sua coloração, a presença de alimentos no trato digestório, a existência de muco nas setas e ocorrência de deformidades. Todas essas informações são indicadores da qualidade das PL's e devem ser avaliadas antes da transferência das PL's para os viveiros.

Quando a salinidade, o pH, a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido da água do tanque de aclimação e do viveiro se igualarem, a aclimação estará concluída e as PL's estarão prontas para serem transferidas para os berçários intensivos ou para os próprios viveiros de engorda (Figura 72).

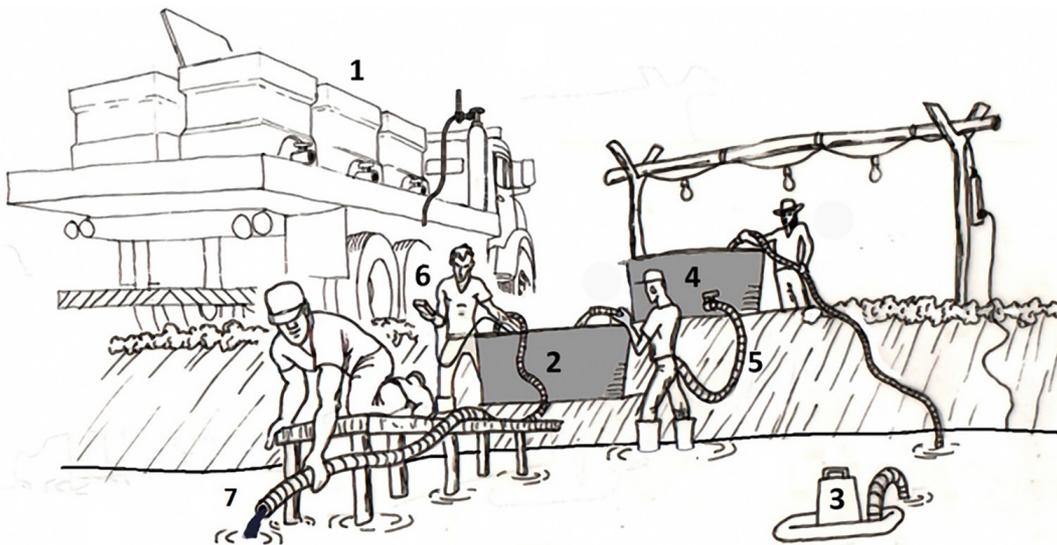


Figura 72. Procedimentos adotados na estação de aclimação. Transferência da água das caixas de transporte (1) contendo as pós-larvas, para a caixa de aclimação (2), utilizando uma bomba submersa (3) para enchimento do reservatório (4) (caixa posicionada em um nível superior) com a água do viveiro. Transferência lenta, através de uma mangueira (5) da água do viveiro para a caixa de aclimação. Monitoramento cuidadoso das mudanças na qualidade da água em função da mistura (6). Remoção do excesso da água da caixa de aclimação de volta para o viveiro (7). Ao fim do processo, as pós-larvas são transferidas para o viveiro.

8.9 Estratégias de povoamento das fazendas

As pós-larvas chegarão às fazendas pesando entre 0,001 a 0,03 g. Ou seja, ainda são muito pequenas e frágeis e podem não apresentar todas as adaptações morfológicas e fisiológicas necessárias para enfrentar as condições ambientais adversas que encontrarão em um viveiro (como variações bruscas de salinidade e pH, por exemplo).

Além disso, os viveiros são desproporcionalmente grandes para o tamanho das PL's, e ainda apresentam características desuniformes de solo e água, com regiões mais estagnadas e outras mais dinâmicas. Podem também, apresentar um número relativamente grande de pequenos organismos bentônicos, que em momentos futuros serão predados pelo próprio camarão, mas que agora, devido ao diminuto tamanho das PL's, podem agir muito mais como competidores.

Por conta disso, muitas fazendas praticam o cultivo em sistema bifásico¹¹⁸, ou seja, realizam uma fase de cultivo intermediária entre a larvicultura realizada no laboratório e a engorda realizada nos viveiros da fazenda. Após a recepção e a aclimação, as PL's são cultivadas por um determinado tempo em tanques pré-berçários ou em viveiros-berçário, antes de serem finalmente transferidas para os viveiros de engorda.

Outras fazendas, apesar da reconhecida fragilidade das PL's recém-chegadas, apostam na praticidade do povoamento direto nos viveiros de engorda.

Independente da estratégia do povoamento empregada, seja através do povoamento de tanques pré-berçários, de viveiros berçários ou até mesmo do povoamento direto nos viveiros de engorda, é fundamental que haja uma boa aclimação das PL's. Este é um fator preponderante, que nunca deverá ser negligenciado.

8.9.1 A recria em tanques pré-berçário (berçários intensivos)

Com o uso dos tanques pré-berçários é possível otimizar o espaço disponível fazenda, já que os viveiros de engorda, que ocupam grandes áreas, podem ser usados para o cultivo de juvenis, enquanto as pós-larvas crescem até atingirem a condições ideais para serem transferidas para engorda.

As PL's são estocadas nos pré-berçários em densidades de 20-30 PL₇₋₁₀/L. Se os cultivos forem realizados corretamente, os animais atingem cerca de 1,0 g em até 30 dias, dependendo das práticas operacionais e da temperatura ambiente. Com este peso, as PL's já se encontram bem formadas e aptas para suportar as condições ambientais que encontrarão na fase de engorda.

Esses tanques possibilitam também a redução do tempo de cultivo e, portanto, o aumento do número de ciclos anuais de produção, além de todas as vantagens listadas no quadro a seguir:

Vantagens do uso de pré-berçários

Controle: As PL's são mantidas em espaços reduzidos, o que exige uma maior atenção, mas, por outro lado, possibilita um maior controle sobre todas as variáveis envolvidas no processo produtivo.

Alimentação: Otimiza o uso de dietas especiais (contendo imunoestimulantes ou promotores de crescimento).

Tratamento da água: Também pelo fato dos volumes de água serem relativamente reduzidos, a água pode ser tratada antes e depois de passar pelos tanques, possibilitando a eliminação de qualquer organismo patogênico presente.

Desinfecção das PL's: Facilita a limpeza e a desinfecção das próprias PL's, garantindo a aplicação de protocolos higiênicos-profiláticos muito mais eficientes.

Quarentena: O período de pré-berçário funciona também como uma quarentena. Caso apresentem problemas patológicos, as PL's podem ser adequadamente eliminadas, evitando a contaminação de toda a fazenda.

Aclimação: Uma das maiores vantagens do sistema de pré-berçário, entretanto, é a possibilidade de aclimatar as PL's (que sairão dos tanques já como juvenis) às condições que irão encontrar após o povoamento definitivo.

Contagem: Permite uma contagem mais eficiente, antes da transferência definitiva dos juvenis para os viveiros de engorda, garantindo que o povoamento seja feito na densidade planejada.

Taxas de crescimento: Nos pré-berçários, as PL's geralmente apresentam taxas de crescimento muito superiores em relação àquelas obtidas através do povoamento direto.

Por muito tempo, na Região Sul, o uso de pré-berçários nas fazendas foi relativamente raro. Em compensação, criou-se uma mentalidade de que os laboratórios deveriam produzir e comercializar PL₂₀ e não PL₇₋₁₀. Nessas condições, o uso de pré-berçários poderia mesmo até ser dispensado, uma vez que os riscos envolvidos no povoamento direto dos viveiros acabam sendo minimizados, pois as PL's já se encontram bem formadas e aptas para a fase de engorda.

Em anos recentes esta situação sofreu mudanças. Devido à crise provocada por enfermidades virais, a demanda por PL's caiu e muitos laboratórios foram forçados a fechar suas portas. Além disso, devido ao alto custo energético para manutenção das temperaturas dos tanques, atualmente não existem laboratórios comerciais, ou

mesmo institucionais, realizando todas as fases do ciclo de produção de PL's na região Sul. O processo de formação de banco de reprodutores, maturação e desova, por exemplo, ficou praticamente restrito às regiões Norte e Nordeste.

Nesse cenário, dependendo da distância até o laboratório, os custos com transporte das pós-larvas larvas mais velhas (PL₂₀) tornaram-se proibitivos, encarecendo em quatro vezes (ou mais) o custo da aquisição das larvas no portão do laboratório. Esta realidade forçou o surgimento de algumas estratégias alternativas.

Uma destas estratégias está sendo explorada por laboratórios comerciais situados em regiões distantes, para oferecer PL's com preços mais competitivos. Como o estágio de náuplio ainda não se alimenta por utilizar reservas de vitelo, é possível adensar grande número de larvas neste estágio em sacos plásticos e transportá-las das regiões produtoras para outros laboratórios situados em regiões distantes, de forma bastante econômica. Estes laboratórios recebem os náuplios e realizam apenas a fase de larvicultura até PL₂₀ e então comercializam para fazendas da região, para transferência direta nos viveiros de engorda.

Outra estratégia possível é a aquisição, diretamente por parte das fazendas, de PL's bastante jovens (PL₅) que, por serem menores, podem ser transportadas, por até ¼ do preço que seria cobrado por PL₂₀. Ao chegar às fazendas localizadas em regiões distantes, as larvas são cultivadas em pré-berçários instalados em estufas e mantidas em regime intensivo durante o tempo necessário para que atinjam o tamanho e a condição morfofisiológica adequados para o povoamento dos viveiros.

8.9.1.1 Preparação dos pré-berçários

Os tanques pré-berçários devem ser previamente preparados para receber as PL's após a aclimação (Tabela 24). Durante o preparo, se possível, deve-se optar pela inoculação de espécies pré-escolhidas de microalgas, especialmente as diatomáceas. A inoculação com microalgas deve ser feita sempre ao amanhecer. Outra possibilidade é a fertilização da água captada dos viveiros. A fertilização permite o desenvolvimento dos alimentos naturais, tanto na água quanto nos substratos adicionados, o que é fundamental para o sucesso dos pré-berçários. Para fertilização, o produtor poderá utilizar tanto adubos orgânicos quanto químicos.

Tabela 24. Técnicas de preparação dos pré-berçários.

Tema	Recomendações
Fertilização química	Dissolver 60 g de ureia, 30 g de superfosfato triplo, 40 mg de cloreto de ferro e 20 mg de silicato de sódio para cada 1.000 L de água acumulada no pré-berçário.
Fertilização orgânica	Utilizar 1 kg de esterco curtido e bem seco ou de cama de aviário peneirada para cada 28.000 L de água, a cada 15 dias.

Tema	Recomendações
Substratos verticais	Podem ser instalados substratos verticais, semelhante aos descritos para os viveiros, para aumentar a superfície de colonização e crescimento de bactérias nitrificantes.
Densidade de PL's	Os camarões devem ser estocados em uma taxa máxima de 20-30 PL/L.
Frequência de alimentação	As PL's devem ser alimentadas com alimentos naturais e com alimentos balanceados (microparticulado), preferencialmente complementados por biomassa de artêmia durante os 18 primeiros dias, e apenas com alimento balanceado durante os 7 últimos dias. O alimento deve ser fornecido em uma frequência de 12 vezes ao dia. Como sugestão pode-se oferecer ração balanceada, a lanço e utilizando-se de bandejas para auxiliar na avaliação do consumo, à razão de 30 g para cada 100.000 PL's. Pode-se também oferecer ainda 20 g de biomassa de artêmia divididas em 6 doses diárias.
Renovação de água	A renovação de água no pré-berçário deve se iniciar a partir do segundo dia de estocagem das PL's. A taxa inicial deve ser de 10 %/dia e, dependendo da variação dos parâmetros de qualidade de água, pode ser gradativamente aumentada para 20%, 30%, podendo atingir 100% (dependendo das condições da água) ao final da fase de pré-berçário. Diariamente, pela manhã, deve-se proceder a retiradas dos resíduos alimentares, fezes e demais metabólitos por sifonamento. Atualmente, com a utilização de probióticos e com o controle da concentração da amônia da água, através do ajuste constante da relação de C:N, é possível minimizar as trocas de água.
Qualidade da água	Todos os dias, a salinidade, a temperatura, a concentração de OD e a transparência da água devem ser medidos e os dados anotados em planilhas individuais, assim como a avaliação da qualidade larval e a quantidade de alimento fornecida.

Biomassa de artêmia

Durante toda a fase de cultivo nos pré-berçários os camarões deverão ser alimentados de forma bastante controlada para se evitar que falte comida, o que poderia significar aumento das taxas de canibalismo ou morte por inanição, ou que haja excesso de alimentos, o que significaria prejuízos à qualidade da água e aumentos de custo de produção.

No caso do uso de biomassa de artêmia, alguns cuidados devem ser tomados:

- A biomassa de artêmia deverá apresentar odor característico de maresia e coloração característica (marrom avermelhada);
- Deverá ser congelada e mantida a -18°C (temperatura de um freezer comum);
- Para checar o grau de conservação da artêmia de forma simples e rápida, pode-se colocar cerca de 100 g da biomassa em um frasco de vidro de aproximadamente 1 litro e observar a integridade dos náuplios de artêmia. Depois, pode-se observar se houve ou não alteração na turbidez da água. Se formar um caldo amarelado ou esbranquiçado, como se dos náuplios de artêmia estivessem se desmanchando, é sinal de que o produto não foi bem conservado e que não deve ser fornecido para as PL's.

8.9.1.2 Transferência

O ponto mais crítico da tecnologia do uso de pré-berçários é justamente a transferência dos juvenis para os viveiros de engorda, um processo bastante estressante e sujeito a riscos. A transferência deve ser planejada com bastante antecedência, respeitando-se os princípios e as técnicas recomendados no quadro a seguir.

Biomassa de artêmia

- A percentagem de camarões com a casca mole na população deve ser inferior a 5%;
- As transferências devem ser realizadas pela manhã, bem cedo, ou ao anoitecer;
- As concentrações de OD devem ser monitoradas durante todo tempo;
- Deve-se tomar cuidado para que o fluxo de água durante a drenagem dos tanques não seja muito forte, para não ferir os camarões ou prensá-los contra as telas;

Biomassa de artêmia

- Deve-se, primeiramente, rebaixar o nível de água no pré-berçário pela metade e fazer uma coleta de juvenis utilizando puçás;
- Deve-se coletar os camarões por toda a superfície do tanque, até que a quantidade capturada comece a escassear. Somente a partir deste momento deve-se retirar os animais restantes pelo dreno de saída do tanque e coletá-los em caixas de coleta específica (Figura 73);
- Depois disso, os animais devem ser transferidos para um tanque plástico de 500 L, onde são contados e transferidos imediatamente para as caixas ou tanques de transporte que os levarão até os viveiros.
- As caixas de transporte devem ser submetidas à oxigenação contínua e a densidade máxima de transporte deve ser de 27 kg de camarões para cada 1.000 L de água.
- A transferência das caixas de transporte para os viveiros deve ser feita usando mangueiras, que são posicionadas diretamente na linha d'água, ou abaixo dela, para não ferir os camarões.
- O tempo total da operação de transferência não deve ser superior a 8 horas.

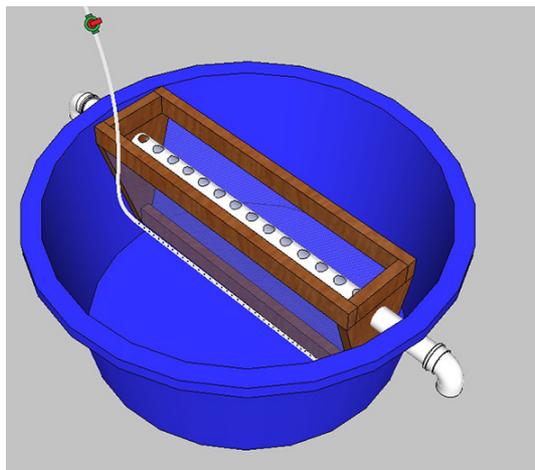


Figura 73. Caixa de coleta de juvenis usada na saída dos pré-berçários.

8.9.2 Viveiros-berçários

Viveiros-berçário permitem que os camarões sejam mantidos em condições intermediárias entre o uso de pré-berçários e o povoamento direto. Apesar de terem caído em desuso no Brasil, os viveiros-berçário ainda são usados em outros lugares do mundo.

Esses viveiros são praticamente idênticos aos viveiros de engorda, porém de menores dimensões (0,5-0,8 ha) e com um sistema de drenagem que deve ser obrigatoriamente projetado para possibilitar a recaptura dos juvenis ¹¹⁹. Os viveiros-berçários podem também ser construídos em associação aos viveiros de engorda, de tal maneira que seja possível realizar as transferências facilmente - de preferência, de forma direta - de um viveiro para o outro.

Vantagens dos viveiros berçários

Controle ambiental: As PL's são mantidas em espaços mais reduzidos que os dos viveiros de engorda, possibilitando um maior controle sobre das condições ambientais.

Alimentos naturais: Permitem uma produção mais efetiva dos alimentos naturais.

Ração: Como o espaço é menor que um viveiro de engorda, pode-se otimizar o uso de ração, fazendo com que os animais tenham maior facilidade para encontrar a ração ofertada.

Aclimação: Ao final desta fase, os juvenis estão completamente adaptados às condições que irão encontrar após o povoamento definitivo.

Taxas de crescimento: Nos berçários, as PL's geralmente apresentam taxas de crescimento superiores em relação àquelas obtidas através do povoamento direto.

Nesse sistema, os camarões são estocados em densidades muito superiores às geralmente utilizadas durante a engorda (1.000.000 - 2.000.000 PL/ha, ou seja, 100-200 PL/m²).

As técnicas de preparação de viveiros-berçário são as mesmas utilizadas em viveiros de engorda e já descritas neste capítulo.

O arraçoamento nos viveiros-berçário deve começar assim que povoamento estiver concluído. Devem ser fornecidos cerca de 10 kg/ha/dia de ração (com 40-45% de proteína bruta) durante a primeira semana. Depois, essa quantidade deve ser aumentada para 45 kg/ha/dia (o que exige um cuidado especial para a manutenção da qualidade da água) e mantida assim até quando os camarões estiverem prontos para serem transferidos para os viveiros de engorda.

A ração deve ser fornecida pelo menos duas vezes ao dia (no início da manhã e no final da tarde), através de lanço e em zigue-zague, com auxílio de um bote ou de um caiaque. O uso de bandejas de alimentação também pode ser feito como treinamento para o sistema de engorda, porém sem deixar de se fornecer parte da ração a lanço, para distribuir melhor a ração por todo o viveiro e facilitar a captura de alimento pelas PL's.

Todas as demais técnicas e rotinas de manejo e de manutenção da qualidade da água em viveiros berçários são semelhantes às aplicadas durante a engorda. Os animais são cultivados até atingirem entre 0,8-1,0 g, o que geralmente acontece após a 4ª ou 5ª semana.

8.9.2.1 Transferência

Assim como acontece no cultivo em pré-berçários, o ponto mais crítico aqui também é a transferência dos juvenis para os viveiros de engorda, principalmente se os viveiros-berçários e os de engorda não forem contíguos entre si e os juvenis tiverem que ser previamente despescados.

Neste caso, um dia antes da transferência, o volume de água nos viveiros-berçário deve ser reduzido em 60%. A redução do nível da água pode estimular a ocorrência de mudas e a transferência só é recomendada se a percentagem inicial de camarões com a casca mole na população for inferior a 5%, pois os animais ficam muito mais fragilizados durante a fase de muda.

Preferencialmente, a transferência deve ser feita de manhã ou à noite, durante os marés de sizígia (marés de lua nova ou cheia). À noite, os camarões podem ser atraídos pela luz, assim, a colocação lâmpadas de halogênio ou de qualquer outra fonte de luz próxima à comporta de saída, facilita a coleta.

Deve-se sempre manter um nível mínimo de 10-15 cm de água próximo à comporta de saída do viveiro, para evitar que os camarões se machuquem pelo contato direto com o concreto da comporta. As concentrações de OD devem ser monitoradas durante todo tempo.

Os camarões devem ser coletados em caixas plásticas vazadas (tipo monoblocos utilizados no transporte de peixes), revestidas com rede de malha fina (1 mm). Não devem ser concentrados mais de 5 kg de juvenis por caixa. A água das caixas deve ser drenada por 10-15 segundos e imediatamente pesadas. Uma biometria (vide item 8.7.2), realizada no dia da transferência, vai permitir que se conheça, com relativa precisão, o peso médio dos camarões. Assim, dividindo-se o peso dos animais em cada caixa pelo peso médio de cada camarão, tem-se o número de animais em cada caixa:

Vantagens dos viveiros berçários

O número total de camarões presente em cada caixa durante a despesca de juvenis para a sua transferência para os viveiros de engorda pode ser calculado pela fórmula:

$$NC = PT / PM$$

Onde:

NC = Número de camarões em cada caixa

PT = Peso total dos camarões

PM = Peso médio de cada camarão

No final, quando a quantidade de água no viveiro-berçário já estiver bastante reduzida, pode ser necessário bombear água do canal de abastecimento para o viveiro-berçário, para que os camarões não fiquem presos na lama, o que seria fatal.

Para o transporte dos camarões até os viveiros de engorda, devem-se usar caixas de transporte, com oxigenação contínua e densidade máxima de 27 kg de camarões para cada 1.000 L de água. O tempo total da operação de transferência não deve ser superior a 8 horas.

8.9.3 Povoamento direto

Mesmo com todas as vantagens apontadas para a realização de um cultivo bifásico, seja em tanques pré-berçário quanto em viveiros-berçário, algumas fazendas ainda realizam o povoamento direto.

Vantagens do povoamento direto

Manipulação: No povoamento direto, as PL's sofrem menor nível de manipulação e, conseqüentemente, de estresse.

Simplicidade: É muito mais simples e exige muito menos infraestrutura que a exigida no cultivo bifásico.

Custos: Os custos, tanto em função da infraestrutura como de mão de obra são significativamente menores.

Mortalidade: A mortalidade durante o processo de povoamento é menor, embora os animais possam apresentar aumento de mortalidade nos dias subsequentes ao povoamento se não estiverem em condições fisiológicas adequadas para suportar as condições ambientais dos viveiros.

Com tudo isso, mesmo que sejam adquiridas PL's mais velhas (PL₂₀), os riscos inerentes ao povoamento direto ainda são maiores, por todas as razões já apontadas. A contagem das PL's também costuma ser outro problema crítico. Devido ao tamanho das pós-larvas, o processo está sujeito a maiores margens de erro, impedindo, muitas vezes, que o povoamento real coincida com as densidades previamente programadas. Nesse caso, quanto maiores forem os viveiros povoados, maiores serão as chances de erro e mais graves serão as conseqüências técnico-financeiras desses erros.

Pode-se também montar um cercado no interior do próprio viveiro de engorda, para permitir um pouco mais de controle ao povoamento direto. Para isso, podem ser utilizadas cercas com malha de 1.000 micra. A parte inferior da malha deve ser bem enterrada cerca de 10-20 cm no fundo do viveiro para que a tela não se levante e permita que as PL's saiam antes do tempo previsto.

8.10 Avaliação das taxas iniciais de sobrevivência

Independentemente do método utilizado, após a transferência para os viveiros de engorda, o produtor perde temporariamente contato com os camarões. Somente após algumas semanas de cultivo, quando os camarões tiverem atingido tamanho suficiente para serem capturados através de tarrafas, o produtor poderá coletar alguns juvenis para dar início às biometrias.

Por isso, o início da fase de engorda é um momento geralmente um tanto angustiante. Não é possível saber se as PL's se adaptaram bem às condições dos viveiros e qual foi a taxa de mortalidade.

Um artifício simples pode reduzir estas incertezas. Uma pequena amostra das PL's povoadas pode ser liberada em pequenas gaiolas colocadas dentro do próprio viveiro e sua sobrevivência pode então ser avaliada em períodos determinados. Estas pequenas gaiolas, chamadas de "chiqueirinho", são construídas em madeira e revestidas com tela de 1 mm de abertura de malha (Figura 74). É importante que possuam tampa para evitar a predação por pássaros. Geralmente são instalados três chiqueirinhos, em diferentes pontos do viveiro.

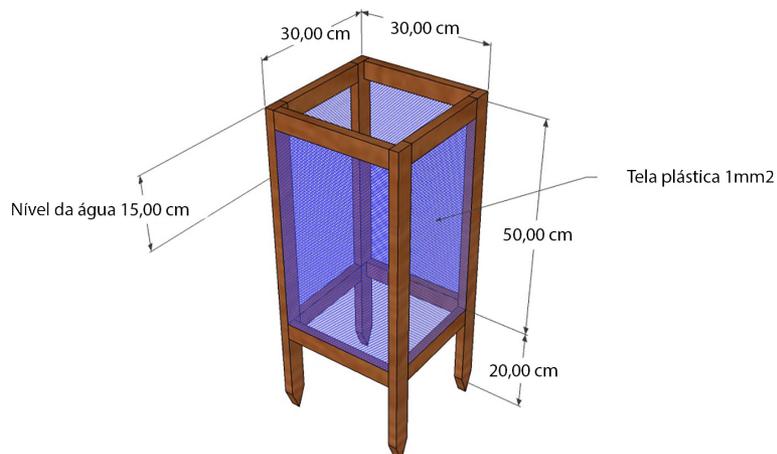


Figura 74. Caixa telada usada para estimar as taxas iniciais de sobrevivência após o povoamento nos viveiros de engorda ¹.

No momento do povoamento, transferem-se cuidadosamente 100 PL's ou juvenis para cada uma das estruturas (chiqueirinhos), adicionando-se também 3 g de ração. Após 24 h as PL's são retiradas da primeira estrutura para avaliar sua sobrevivência e seu estado geral. Após 48 e 72 h, pode-se repetir esta ação para as estruturas restantes. Deste modo, é possível avaliar as taxas iniciais de sobrevivência após o povoamento.

Também é possível aumentar o tempo de permanência dos animais nos chiqueirinhos e, conseqüentemente, a frequência das vistorias. Porém, neste caso, deve-se acrescentar diariamente mais ração a cada uma das estruturas.

O número de PL's sobreviventes é um bom indicador de sucesso do povoamento e ajuda na decisão sobre os próximos passos a serem tomados, como pode ser visto na Tabela 25.

Tabela 25. Avaliação das taxas de sobrevivência obtidas nas caixas de controle de PL's.

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA (%)	AVALIAÇÃO	CONSEQUÊNCIAS
>90 %	Os camarões passaram bem pela fase mais crítica do povoamento.	O povoamento foi um sucesso e provavelmente não comprometeu a sobrevivência inicial dos camarões nos viveiros.
70 – 90%	A qualidade das PL's não era boa ou o nível de estresse durante o período pré-povoamento foi muito alto.	Há probabilidades de que a taxa inicial de sobrevivência no cultivo tenha sido elevada, o que, se confirmado, possibilitará a obtenção de níveis adequados de produtividade.
<70%	Resultado bastante preocupante. É necessário revisar os protocolos adotados para tentar identificar a origem do problema.	A probabilidade de quebra expressiva da produção cultivo é grande. Em casos extremos, depois de checados e confirmados todos os protocolos e identificadas as causas do problema, pode-se optar até mesmo pelo repovoamento total ou parcial do viveiro.

8.11 Referências bibliográficas

- 1 VILLALON, J. R. **Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp.** Texas A&M University. Galveston: Sea Grant Program: 103p p. 1991.
- 2 TEIXEIRA, A. P. G.; GUERRELHAS, A. C. B. **Cultivo intensivo pode ser a solução para o aumento da produção da carcinicultura.** Panorama da Aquicultura Rio de Janeiro. 21: 34-39 p. 2011.
- 3 MUNKONGWONGSIRI, N.; CHUCHIRD, N.; LIMSUWAN, C. **Effects of postlarval quality on the occurrence of early mortality syndrome in farm-raised pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Thailand.** WAS Meeting Jeju: WAS, 2015. 469-469 p.
- 4 BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. L. Reproduction of *Penaeus* species in captivity. In: W., F. e LESTER, L. J. (Ed.). **Marine Shrimp Culture: Principles and Practices:** Elsevier Science Publishers, 1992. cap. 5, p.93-170.
- 5 JUAREZ, L. M.; MOSS, S. M.; FIGUERAS, E. Maturation and larval rearing of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: ALDAY-SANZ, V. (Ed.). **The Shrimp Book:** Nottingham University Press, 2010. p.305-352
- 6 SAMOCHA, T. M. et al. A simple stress test for *Penaeus vannamei* postlarvae. **Aquaculture**, v. 165, n. 3-4, p. 233-242, 1998. ISSN 00448486.
- 7 MORAES, R. D. C. **Influência da densidade e idade no transporte de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.** 2004. 33p. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina
- 8 NUNES, A. J. P. et al. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará.** Labomar/UFC. Fortaleza, p.109. 2005
- 9 AQUATEC. **Guia do Produtor: aquisição, aclimatação e transporte.** Canguaretama: Aquatec, larvicultura de camarões marinhos: 19 p. 2011.
- 10 SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L.; BRAY, W. A. Design and operation of an intensive nursery raceway system for penaeid shrimp. In: MCVEY, J. P. (Ed.). **Handbook of Mariculture: Crustacean Aquaculture.** Boca Raton: CRC Press, v.1, 1993. cap. 2, p.544. ISBN 9780849302558.
- 11 KUNGVANKIJ, P.; CHUA, T. E. **Shrimp culture: pond design, operation and management.** Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA) Training Manual Series: Food and Agriculture Organization of the United Nations 1986.

O manejo da fazenda durante a fase de engorda

Antonio Ostrensky
e Ubiratã Assis Teixeira da Silva

Os viveiros foram adequadamente preparados e povoados com pós-larvas ou juvenis saudáveis. As taxas de sobrevivência foram consideradas satisfatórias. Começa aí, então, a fase final de cultivo: a fase de engorda e terminação.

Na região Nordeste, em praticamente o ano todo, e durante o verão nas regiões Sudeste e Sul, os cultivos de *L. vannamei* em regime semi-intensivo podem ser concluídos em 70-90 dias, tempo suficiente para os camarões atingirem um peso médio de 10-12 g. Mas, esse tempo de cultivo também irá depender da densidade utilizada (quanto maior for a densidade, maior tende a ser a duração do ciclo produtivo) e das condições gerais de manejo.

Durante todo o período de cultivo, diversas ações de manejo devem ser rotineiramente realizadas. Os camarões deverão ser alimentados, as variáveis de qualidade de água monitoradas, a água renovada, a fertilização e a produtividade natural dos viveiros mantida em níveis adequados, as estruturas dos viveiros e da fazenda mantidas em bom estado de funcionamento, entre outras ações de rotina.

9.1 Monitoramento ambiental

Depois do início dos cultivos, diversos viveiros de uma fazenda poderão estar em operação ao mesmo tempo. Os processos físicos, químicos e biológicos que acontecem em um viveiro podem ser significativamente diferentes dos que ocorrem no viveiro vizinho. Por isso, deve-se estabelecer um programa de monitoramento constante das variáveis ambientais de cada um dos viveiros de forma independente.

Os dados obtidos devem ser planilhados e analisados. Por isso, essa geralmente é uma atividade para uma equipe e não para um único funcionário. Na Tabela 26 estão descritas algumas das variáveis a serem monitoradas e as ações recomendadas.

Tabela 26. Síntese das práticas de rotina para o manejo da qualidade de água em viveiros de cultivo de *L. vannamei*.

Variável	Periodicidade	Limites ideais	Medidas corretivas
Oxigênio Dissolvido	Diariamente, pela manhã (6 h) e à tarde (18 h).	> 3,5 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Redução ou suspensão do arraçamento; • Suspensão da fertilização dos viveiros; • Aumento das taxas de renovação de água; • Limpeza das telas nos monges; • Uso de aeradores.
Amônia total (N-(NH ₃ +NH ₄ ⁺))	Semanal	0,1 – 1,0 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Suspensão do fornecimento de rações; • Suspensão da fertilização dos viveiros; • Correção do pH da água; • Uso de aeradores; • Renovação da água.
Nitrito (N-NO ₂ ⁻)	Semanal	< 0,2 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Corrigir o pH da água para evitar a intoxicação;
pH	Diariamente, pela manhã e à tarde	7,5-9,0 (com variação diária máxima de 0,5)	<ul style="list-style-type: none"> • Se o valor de pH for superior a 9,0 ou inferior a 5,0 suspender o arraçamento e renovar a água. • Promover calagem
Alcalinidade	Quinzenal	> 60 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Se for inferior a 60 ppm, aplicar calcário dolomítico, na razão de 100 - 300 kg/ha.
Transparência	Diariamente, entre 10 e 14 h	35-45 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar a natureza da turbidez: se por lama ou fitoplâncton. • Se houver excesso de fitoplâncton, suspender as fertilizações e aumentar as taxas de renovação. • Se houver excesso de material sedimentar, aplicar produtos químicos (calcário ou sulfato de alumínio) para promover a floculação desse material.

Variável	Periodicidade	Limites ideais	Medidas corretivas
Salinidade	Diariamente, entre 10 e 14 h	12-28 UPS	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de salinidade por excesso de chuva, renovar a água superficial, através de ajuste nas tábuas do monge. • Utilizar rações mais ricas em nutrientes e em energia.
Temperatura	Diariamente, pela manhã (6 h) e a tarde (18 h)	25-32°C	<ul style="list-style-type: none"> • Queda de temperatura para abaixo de 22°C, reduzir as taxas de arraçoamento em 50%; • Com a temperatura superior a 33°C, monitorar as concentrações de OD para se decidir ou não pela redução da quantidade de ração a ser fornecida. • Renovação de água.
Fósforo	Semanal	Nos primeiros 70 dias, a concentração ideal fica entre 0,4 e 0,9 e depois entre 0,2 e 0,4 ppm de pentóxido de fósforo P ₂ O ₅ ,	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilização.
Silicatos	Quinzenalmente	2 – 5 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Abaixo de 2,0 ppm, deve-se fertilizar semanalmente com silicato de sódio, previamente dissolvido em água, na razão 10 L/ha para cada 1,0 ppm a ser que incrementado.

9.1.1 Manejo do Oxigênio Dissolvido (OD)

Quanto tempo é possível viver sem oxigênio? Prenda a respiração e descubra. Com o camarão não será diferente. O animal morrerá em muito pouco tempo se a concentração de oxigênio na água cair abaixo do mínimo necessário para sustentar sua vida. Por isso, o monitoramento das concentrações de oxigênio dissolvido deve ser realizado nos períodos mais críticos do dia (geralmente pela manhã, quando a concentração é mínima e a ao final da tarde, quando atinge seu valor máximo), mas também durante a noite ou madrugada, caso haja necessidade.

As variações das concentrações de OD na água de um viveiro não ocorrem ao acaso, e nem tão rapidamente que não possam ser identificadas com antecedência e corrigidas através de ações de manejo.

Sinais de problemas eminentes com o oxigênio dissolvido em viveiros

- Baixa transparência da água do viveiro (< 30 cm) e alta concentração de fitoplâncton;
- Alta concentração de matéria orgânica no fundo do viveiro;
- Os camarões param de se alimentar sem nenhuma razão aparente;
- Camarões nadando próximo à superfície nas primeiras horas da manhã;
- Camarões concentrados próximos à comporta de entrada de água do viveiro;
- Morte de camarões.

Quando as concentrações de OD caírem para patamares inferiores a 3 mg/L, pode ser necessário intervir. Nesse caso, recomenda-se:

Suspender o arraçoamento: Em uma situação de baixas concentrações de OD, parte do problema geralmente está ligada ao processamento da matéria orgânica. Em uma situação destas, mais ração significaria uma carga a mais a ser processada pelas bactérias e demais microrganismos, o que definitivamente contribuirá com de falta de oxigênio. Além do mais, em situações de baixas concentrações de OD, um dos primeiros sinais é justamente a queda no consumo de alimento pelos camarões.

Checar e promover a limpeza das telas posicionadas junto ao monge de escoamento d'água do viveiro: com o entupimento das telas nas comportas, tanto a entrada quanto a saída de água são prejudicadas, piorando a qualidade da do ambiente como um todo e diminuindo a eficiência dos procedimentos de manejo.

Aumentar as taxas de renovação: As trocas de água podem ser empregadas para contornar problemas de baixa oxigenação da água. Porém, esse é um processo pouco eficiente e lento, raramente apresentando efeitos imediatos sobre as concentrações de OD na água dos viveiros.

A eficiência da renovação da água na manutenção das concentrações de OD em viveiros de cultivo de camarões

Considere um viveiro de 1 ha (10.000 m²), com 1 m de profundidade média, em que a concentração de OD na água tenha caído para 2,0 mg/L. Considere que a água no canal de abastecimento esteja com 6,0 mg/L de OD e que se deseje elevar a concentração de OD para um piso mínimo aceitável de 3,5 mg/L. Neste caso, tem-se que:

- O volume total de água nesse viveiro será de 10.000.000 L (10.000 m² x 1m de profundidade);
- A quantidade total de oxigênio nesse viveiro será de 20.000.000 de mg de oxigênio (2 mg/L x 10.000.000 L);
- A quantidade final de OD no viveiro deverá ser de 35.000.000 de mg de oxigênio (3,5 mg/L x 10.000.000 L);
- A quantidade de oxigênio que deverá ser aportado ao viveiro será de 15.000.000 de mg;
- Para isso, deverão ser renovados 2.500.000 L de água (15.000.000 de mg / 6 mg/L).
- Ou seja, a fazenda deveria ser dimensionada para uma capacidade de renovação diária deste viveiro de 25% e, ainda assim, levaria até 24 horas para que a operação de troca de água se concretizasse, o que poderia ser insuficiente para evitar a perda de camarões.

Fazer o uso de aeradores para promover a circulação de água nos viveiros, quebrando as estratificações (térmicas ou salinas) existentes na coluna d'água: O uso de aeradores pode ser feito de maneira emergencial ou rotineira. Emergencialmente, pode ser necessário acionar os aeradores em momentos em que as concentrações de oxigênio dissolvido caírem para menos de 3 mg/L de forma inesperada.

Porém, naqueles casos em que os camarões são estocados em altas densidades, níveis críticos são atingidos rotineiramente, em determinados períodos do dia. Isso pode acontecer entre meia noite e o amanhecer ou até mesmo continuamente. A aeração complementar costuma ser obrigatória para manter as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido na água quando a biomassa presente no viveiro ultrapassar 100 g/m².

Mas, mesmo usando aeradores, aumentar as concentrações de OD pode ser um processo demorado. Aeradores de pás possuem eficiência padrão de aeração (SAE) de aproximadamente 1,64 kg O₂/hp.h¹²⁰. Isso significa que seriam necessárias mais de 9 horas de aeração contínua, sem considerar o consumo de oxigênio no viveiro, para que um aerador de 1 hp promovesse o aumento da concentração de OD na água citado no exemplo anterior.

Por isso, o produtor deve ter em mente que as medidas corretivas para quedas súbitas nas concentrações de oxigênio dissolvido não são simples ou baratas. E, em razão disso, é fundamental que o manejo diário seja eficiente para evitar a ocorrência dessas situações críticas.

9.1.2 Manejo dos compostos nitrogenados

As bactérias nitrificantes crescem mais lentamente que outros grupos de bactérias¹²¹. Por isso, em uma situação de aumento súbito na carga orgânica, com aumento consequente nas concentrações de amônia da água, a população bacteriana não terá capacidade de processar essa carga rapidamente e provavelmente haverá um pico nas concentrações de amônia.

Portanto, o acúmulo de compostos nitrogenados tóxicos nos viveiros pode se dar em função dos excessos de matéria orgânica gerados durante o cultivo ou ainda pela queda da capacidade de nitrificação das bactérias presentes no viveiro. Por isso, sempre que houver aumento na concentração de compostos nitrogenados deve-se suspender o arraçoamento. Deve-se também suspender as fertilizações pelo tempo necessário para que as concentrações de amônia ou nitrito na água caiam.

A concentração de amônia na água pode ser muito perigosa para o camarão, mas se torna ainda mais crítica em função do pH muito alcalino, que aumenta a fração tóxica da amônia (NH₃) na água. Assim, o aumento da alcalinidade (não confundir com o pH) da água auxilia na prevenção da toxicidade da amônia. Esse aumento da reserva alcalina (alcalinidade), por sua vez, pode ser feito com o uso do calcário.

A espuma que se forma com certa frequência nos viveiros pode ser um sinal de altas concentrações de matéria orgânica e de compostos nitrogenados presentes água. Com o uso de aeradores, é possível volatilizar parcialmente a amônia, além de oxigenar a água, fornecendo o oxigênio necessário para o processo de nitrificação.

Uma forma de controlar a amônia usada em cultivos mais intensivos é a adição de fontes baratas de carbono de rápida assimilação, como melaços. Como já foi dito, ao ajustarmos a relação C:N para algo em torno de 5:1, estimulamos a conversão do nitrogênio em biomassa bacteriana. Como regra geral, recomenda-se 20 g de melaço por m³ para redução de cada 1ppm de amônia presente na água de cultivo¹²².

Espuma formada em viveiros de cultivo de camarões

Frequentemente, é possível observar a presença de uma espuma acumulada no viveiro, na direção oposta a dos ventos predominantes.

Assim, como qualquer espuma, essa é formada pela combinação de três elementos: ar, água e um surfactante” – um tipo de molécula pegajosa que se agarra à superfície formada entre a água e o ar.

Este surfactante pode ter várias origens (detergentes, fábricas de papel, curtumes de couro, esgoto), mas no caso dos viveiros costuma vir dos fertilizantes, do fitoplâncton ou mesmo da ração (mais especificamente de proteínas e gorduras)

Os surfactantes têm sempre uma coisa em comum entre si: uma extremidade da molécula é hidrofílica (atrai a água) e a outra é hidrofóbica (é repelida pela água).

Quando um grupo de moléculas surfactantes se mistura com a água e o ar, todas querem alinhar-se até à borda, com uma extremidade voltada para a água e a outra de frente para o ar. Elas até alinham-se costas com costas, de modo que as extremidades hidrófilas apontem uma para a outra, com uma fina camada de água no meio. Essa camada fina de água tem a forma de uma esfera, porque essa forma requer menos energia do que qualquer outra.

Quando grandes quantidades de carboidratos e proteínas são liberadas na água, os aeradores ou mesmo o vento provocam a mistura desses três elementos, formando-se espuma. Ela não chega a ser um problema para o aqüicultor, mas é um indicativo da presença de compostos nitrogenados na água.

Em alguns casos, a troca de água passa a ser o principal meio de promover uma redução nas concentrações de amônia total e de nitrito nos viveiros. Deve-se retirar a água pelo fundo do viveiro, que geralmente apresenta as maiores concentrações, fazendo a reposição pela superfície.

O nitrito é um produto intermediário do processo de nitrificação e geralmente aumenta em viveiros e tanques que não possuem ainda uma população bacteriana suficientemente estabelecida. Pode também aumentar nos casos de anaerobiose, em função dos processos de desnitrificação, conforme já foi discutido.

Os cloretos presentes na água agem como bloqueadores da toxicidade do nitrito, de maneira que esse composto é mais tóxico em água com baixas salinidades que em água mais salina (mais rica em cloretos). Assim, para se evitar os efeitos deletérios do nitrito, além das medidas já descritas utilizadas para controle da amônia, aumentar a salinidade da água do viveiro pode também ser útil para diminuir sua toxicidade.

9.1.3 Manejo do pH e da alcalinidade

Em um viveiro de cultivo de camarões é relativamente comum que o pH da água varie em torno da neutralidade (pH 7,0). No entanto, se o pH subir ou descer muito, ele pode afetar a fisiologia dos camarões ou, como no caso citado anteriormente, aumentar a toxicidade de compostos nitrogenados na água.

Quando o pH da água está variando muito além dos padrões aceitáveis, a recomendação básica é suspender o arraçoamento e aumentar a taxa de renovação da água. No entanto, deve-se também medir a alcalinidade da água, porque, geralmente, variações muito amplas de pH acontecem quando as reservas alcalinas estão abaixo de 50 mg/L de CaCO_3 .

Apesar da água salgada ou salobra apresentar naturalmente maiores reservas alcalinas que a água doce, durante o cultivo, a respiração dos organismos vivos no viveiro e várias reações químicas promovem o consumo de grandes quantidades de carbonatos e de bicarbonatos, reduzindo a alcalinidade da água.

Por esta razão, justamente para manter estas reservas, é que um aspecto importantíssimo do manejo de cultivo é o estabelecimento de um programa rotineiro de calagem¹²³. De fato, o uso de calcário é tão rotineiro na carcinicultura que é importante que as fazendas possuam galpões específicos para armazenar a cal e o calcário que serão usados a cada ciclo de produção.

A variação do pH e o uso de calcário na água

Quando a diferença entre o pH pela manhã e à tarde for superior a 1,0, recomenda-se aplicar 200 kg/ha em viveiros com lâmina de água média de 1 m de altura (ou seja, 200 kg de calcário calcítico ou dolomítico fino (partículas menores que 400 μm) para cada 10.000 m^3 .

Quando a água se tornar demasiadamente escura e o pH se elevar acima de 8,5, deve-se promover a drenagem parcial do viveiro, mantendo-se uma coluna d'água de 50 cm, e aplicar calcário todos os dias, à razão de 180 a 300 kg/ha, até que as condições normais sejam restabelecidas.

Diversas situações ocorrem no cultivo que podem ser manejadas com as técnicas de calagem. Entre elas estão:

Formação de colóides: Quando se observar a formação de colóides (um tipo de material gelatinoso, originado pelo excesso de matéria orgânica na água), associado a uma elevada transparência da água e à presença de fitoplâncton morto nas bordas do viveiro, deve-se aplicar 200 kg/ha de calcário e promover uma intensa renovação de água sete horas após aplicação do calcário.

Presença de cianofíceas: Nas situações em que houver o predomínio de algas cianofíceas sobre as diatomáceas nos viveiros, pode-se utilizar 200 kg/ha de calcário calcítico ou dolomítico fino (partículas menores que 400 μm), uma vez por semana, com o nível dos viveiros reduzido¹²⁴.

Turbidez: Caso a turbidez no viveiro caia abaixo de 24 cm, deve-se promover a renovação de água, com posterior aplicação de 200 kg/ha de calcário calcítico ou dolomítico fino.

Organismos indesejáveis presentes na água: Quando for observada a presença numerosa de ctenóforos ou de tunicados (pequenos organismos gelatinosos representados na Figura 75), maré vermelha ou quando a água estiver com uma coloração leitosa, aplicar 300 kg/ha, até duas vezes por semana, de calcário dolomítico fino. A calagem deve ser feita pela manhã;

“Black spot”: Quando for identificada a presença de camarões com “black-spot” (pontos negros), ou com cauda vermelha, aplicar de 50 a 100 kg/ha de cal hidratada; suspender o fornecimento de ração e promover a renovação de água 12 h após a aplicação da cal hidratada.

Material orgânico particulado em suspensão (seston): Quando for constatada a presença de excesso de material orgânico particulado em suspensão na água ou quando forem observados protozoários aderidos às brânquias, o que dificulta a respiração dos camarões, recomenda-se aplicar 300 kg/ha de calcário dolomítico; não renovar a água por 24 horas e depois desse período, promover uma intensa renovação. Caso o problema persista, pode-se repetir o tratamento por até 3 vezes em uma semana ¹⁴.

Redução do ritmo de crescimento: Os camarões normalmente apresentam uma “parada” de crescimento quando atingem de 8-9 g. Por isso, é recomendável que quando a população atingir 7 g de peso médio, que se promova a drenagem parcial do viveiro, mantendo um nível de 50-60 cm de coluna d’água. Depois, aplica-se 150 kg/ha de calcário dolomítico ou calcítico. Após 24 h, fertiliza-se o viveiro novamente, com o nível de água ainda baixo.

Sempre que for preciso usar calcário nos viveiros, é aconselhável que isso seja feito em dias ensolarados e pela manhã, pois à tarde o pH dos viveiros tende a ser naturalmente mais elevado.

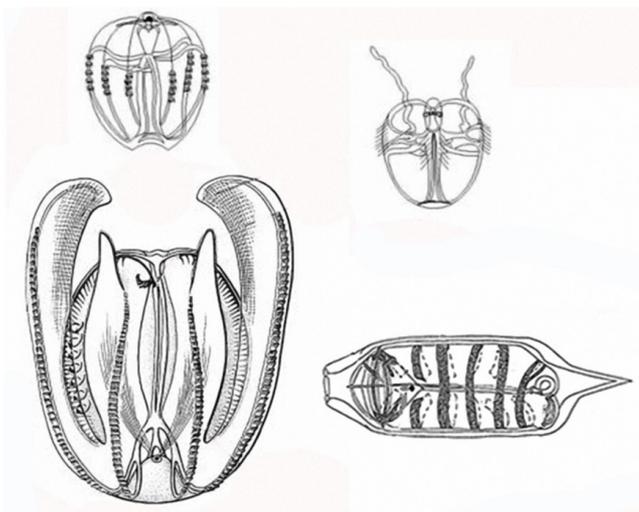


Figura 75. Ctenóforos e tunicados são pequenos animais zooplantônicos de aparência gelatinosa que podem ser observados em viveiros de cultivo de camarões.

Quando alguém vê pela primeira vez a lista de problemas que podem ser controlados simplesmente pela calagem do viveiro pode até imaginar que o calcário seja um produto miraculoso.

Mas, na verdade, o calcário é simplesmente uma ferramenta eficiente para estabilizar o pH do meio (pois aumenta o poder tampão da água) e isso desencadeia uma sequência de eventos benéficos⁸. Com um pH mais próximo à neutralidade, as bactérias heterotróficas são estimuladas a crescer. Estas bactérias competem com outras bactérias indesejáveis (como as causadoras do Black spot ou da cauda vermelha), reduzindo sua presença; as bactérias heterotróficas mineralizam a matéria orgânica em excesso, reduzindo o substrato para vários microrganismos indesejados. A mineralização da matéria orgânica libera nutrientes para as microalgas que removem nutrientes da água e a consequência disso tudo é um ambiente mais saudável e equilibrado.

O calcário (e mais especificamente o cálcio e o magnésio, com carga elétrica 2+) exerce uma ação eletrostática direta sobre as partículas de matéria em suspensão na água (com carga elétrica negativa). Como cargas elétricas iguais (neste caso ambas negativas) naturalmente se repelem, o material acaba permanecendo por mais tempo em suspensão na água. Quando se adicionam cargas elétricas positivas na água, há a formação de flocos orgânicos, que se agrupam, ficam mais pesados e afundam, clareando a água. Efeito semelhante, portanto, pode ser alcançado com outros compostos, alguns de maneira até mais eficiente para isso, como é o caso do sulfato de alumínio, com carga elétrica 3+.

9.1.4 Manejo da transparência

Outro parâmetro que pode ser facilmente monitorado a cada dia é a transparência da água. Deve-se diferenciar a turbidez provocada pelas microalgas daquela resultante de grande concentração de minerais particulados em suspensão (argila). Na Tabela 27 estão descritos os resultados possíveis do teste com disco de Secchi e suas implicações no cultivo.

Tabela 27. Recomendações de manejo baseadas na transparência da água¹²⁵.

Transparência da água	Manejo recomendado
Maior que 60 cm	Água muito clara. Muito pobre em fitoplâncton. A luz incidindo até o fundo do viveiro pode gerar problemas de colonização de macrófitas.
Entre 45 e 60 cm	O fitoplâncton está se tornando escasso. É recomendável fertilizar.
Entre 30 e 45 cm	Se a turbidez for provocada pelo fitoplâncton e não por sedimentos em suspensão, nada de especial precisa ser feito. O viveiro está em condições ideais.

Transparência da água	Manejo recomendado
Entre 20 e 30 cm	Quantidade elevada de fitoplâncton. É necessário controlar as fertilizações e realizar o monitoramento constante do viveiro.
Menor que 20 cm	Se a turbidez for causada pelo fitoplâncton, então essa baixa transparência indica que ele está em excesso. Nesse caso, há risco iminente de falta de oxigênio. Pode ser necessário realizar aeração, principalmente à noite, e aumentar as taxas de renovação de água. Se a causa da turbidez for a quantidade de sedimento em suspensão, então certamente há pouco fitoplâncton no viveiro.

9.1.5 Manejo da salinidade

Algumas espécies de camarões não se desenvolvem bem em águas com salinidades muito diferentes daquela para as quais se adaptou ao longo da sua evolução. Porém, esse não é o caso de *L. vannamei*, que, uma vez aclimatado ao ambiente, apresenta ampla tolerância a diferentes salinidades. Apesar disso, mesmo no caso dos cultivos de *L. vannameio* monitoramento da salinidade é importante, porque pode interferir em outras variáveis de qualidade de água.

Durante os períodos de chuva, a água doce (que é menos densa) pode se acumular nas camadas superficiais criando uma haloclina, que leva aos os mesmos problemas descritos para as termoclinas. Para evitar a estratificação pela diferença de salinidade, a camada superficial de água do viveiro pode ser escoada, ajustando-se as tábuas do monge de drenagem. Um monge adequadamente construído permitirá a o escoamento tanto da água superficial quanto da água do fundo do viveiro, conforme a necessidade.

Em condições de salinidades muito altas ou muito baixas é possível renovar a água do viveiro com a água do canal. Como o viveiro apresenta uma maior área superficial e menor profundidade, possui a tendência de apresentar maiores taxas de evaporação que a água contida no canal de abastecimento, que é mais profundo e estreito, ou mesmo a água do canal de adução. Mesmos assim, antes de realizar a troca, é importante verificar se, de fato, a água de entrada apresenta salinidades significativamente menores que as do viveiro. Pois, neste caso, não haverá sentido em promover a troca, além do custo de bombeamento.

É possível ainda o uso de rações mais ricas em nutrientes e em energia, para que os camarões compensem as suas maiores perdas iônicas e energéticas que acontecem sempre que eles necessitam realizar balanços osmóticos mais rigorosos ⁶⁰.

9.1.6 Manejo da temperatura

A temperatura é o fator mais importante para a determinação das taxas e do ritmo de crescimento dos camarões em cultivo e é, portanto, determinante para o estabelecimento do tempo de cultivo em cada safra ou do número de safras que o produtor conseguirá realizar a cada ano. Como o metabolismo do camarão se acelera no calor e se reduz no frio, o problema da temperatura é particularmente importante para fazendas localizadas nas regiões Sudeste e Sul. Nestas regiões, durante os dias ensolarados, a água dos viveiros se aquece durante o dia e perde calor à noite. Além da temperatura média ser geralmente mais baixa, esta oscilação de temperatura diária aumenta o estresse nos camarões.

Seria muito difícil e antieconômico aquecer artificialmente a temperatura média da água em grandes viveiros de cultivo. Porém existem ações de manejo que podem ao menos ajudar a minimizar as oscilações térmicas ao longo do dia.

Se os viveiros foram construídos conforme o recomendado, podem ser mantidos em seu nível operacional máximo. Quanto mais água houver no viveiro, menor será a relação entre a superfície e o volume de água do mesmo, com isso, menor será a variação diária de temperatura na água e, principalmente, no fundo do viveiro. Assim, como os camarões tendem a apresentar uma maior atividade noturna, a diminuição da variação de temperatura entre o dia e a noite pode garantir um melhor desempenho no crescimento dos animais.

Além disso, a água dos viveiros costuma perder calor mais rapidamente que a água do ambiente de onde ela é captada. Com isso, em situações extremas, renovar a água pode ser uma alternativa para se tentar aumentar um pouco a temperatura nos viveiros. No entanto, devemos ter em mente que, se a renovação de água é uma alternativa de baixa eficiência para o aumento do oxigênio dissolvido, no caso da temperatura, tende a ser menos eficiente ainda.

Em algumas situações, nas regiões do norte e nordeste, o caso pode ser o aumento elevado da temperatura dos viveiros (por volta de 32°C ou mais). A solução adotada pode ser mesma recomendada para regiões mais frias, ou seja, promover a renovação da água, porém pela razão inversa. Como normalmente a água de captação não atinge uma temperatura tão elevada, ela pode ser usada para reduzir a temperatura de água nos viveiros de cultivo ¹³.

9.2 Renovação da água

A renovação de água dos viveiros é uma das práticas de rotina que visam manter a qualidade do ambiente de cultivo e cuja eficiência depende da experiência do responsável técnico pela fazenda e do conhecimento que ele tem sobre seus próprios viveiros ¹²⁶. Como uma regra básica, pode-se seguir o procedimento sugerido na Tabela 28.

Tabela 28. Regime inicial recomendado de renovação de água em viveiros de cultivo de camarões ⁹.

Período	Taxa de Renovação
Até o 15 ^o dia	Geralmente não precisa haver renovação de água
15 –21 ^o dia	Renovar 3 cm/dia
22 –30 ^o dia	Renovar 5 cm/dia
A partir do 30 ^o dia	Renovar conforme a necessidade

No entanto, é importante entender que a renovação de água não deve ser vista como uma regra fixa ou uma “receita de bolo”, mas sim uma prática de manejo definida a partir de um rigoroso programa diário de monitoramento e controle da qualidade da água. O que se deseja é, de um lado, evitar a renovação desnecessária de água, otimizando o uso de energia, fertilizantes e de equipamentos e, por outro, manter a qualidade de água em níveis adequados para a otimização do processo produtivo de camarões cultivados.

O bombeamento da água para o canal de abastecimento da fazenda tem um custo elevado. Além disso, os fertilizantes aplicados para incrementar a produtividade natural do viveiro serão perdidos. Ainda assim, a renovação da água é uma prática eficiente para a eliminação dos resíduos tóxicos gerados no viveiro e para a manutenção da qualidade da água.

Regras básicas para a renovação de água dos viveiros

- O mais eficiente é primeiro retirar a água que será renovada e só então promover o ingresso de água nova no viveiro.
- Pode-se promover a retirada da água do viveiro durante o dia e durante a noite fechar a comporta de saída para recuperar o nível. Dessa forma, nos horários mais críticos haverá entrada de água limpa no viveiro.
- Drenar a água sempre pelo fundo e pelo lado oposto à comporta de entrada.
- Nunca renovar se água do canal de abastecimento ou do canal de adução estiver com uma qualidade inferior à água que já está nos viveiros.

O conceito de “renovação zero”, ou seja, de não se promover trocas de água durante a fase de engorda, mas apenas a reposição da água perdida por infiltração ou por evaporação, é uma ideia relativamente recente, na qual o objetivo é reduzir ao máximo os custos com o bombeamento de água e, conseqüentemente a quantidade de efluente gerada ^{127; 128}.

Para que seja possível almejar a redução nas taxas de renovação de água, é fundamental que o carcinocultor se torne muito hábil na ciência da manutenção da qualidade da água. Novas técnicas de biotratamento da carga orgânica e estruturas hidráulicas modernas, aliadas com boas e clássicas formas de manejo podem levar o processo de cultivo a atingir patamares de eficiência que permitem a reutilização de até 100% da água, algo inimaginável à apenas algumas décadas atrás.

Na verdade, o conceito de renovação zero seria melhor definido como a “não renovação desnecessária da água durante o cultivo”. O manejo das taxas de renovação da água é uma ferramenta importante para a manutenção da qualidade da água. Como uma ferramenta, a sua eficácia depende muito mais da habilidade de quem a utiliza, do que de fórmulas pré-definidas.

9.2.1 Fertilizações de manutenção

Os níveis de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo não permanecem constantes durante o cultivo. Ambos são assimilados pelo fitoplâncton ou perdidos para o ambiente.

Por esta razão, depois de iniciado o cultivo, devem-se realizar fertilizações periódicas, para manutenção dos níveis de produtividade primária nos viveiros. O melhor procedimento a se adotar é a aplicação de quantidades moderadas, mas frequentes, de fertilizantes, monitorando o seu efeito sobre a produtividade primária, através do uso do disco de Secchi ou de análises do plâncton em microscópio.

Uma recomendação de rotina é a aplicação de 1kg de fósforo e de 20 kg de nitrogênio por hectare. Ainda assim, cada viveiro responderá de forma diferente às fertilizações, o que implica em que o programa de fertilização de cada fazenda deverá ser adaptado, a partir da regra geral, para as situações encontradas localmente, na base da tentativa e erro. Por isso, quantidades a serem aplicadas e a periodicidade de aplicações dependerão dos resultados que forem obtidos na própria propriedade.

Regras básicas para a renovação de água dos viveiros

- Quando se fertilizar os viveiros, deve-se reduzir ao máximo as trocas de água, para evitar que os nutrientes adicionados sejam carregados para fora dos viveiros;
- As fertilizações serão mais eficientes se divididas em várias doses semanais, aplicadas em doses únicas;
- Nas primeiras semanas, quando a quantidade diária de ração fornecida ainda é pequena, a causa mais comum da queda das concentrações de fitoplâncton é a falta de nutrientes ou de gás carbônico (CO₂). Para evitar isso, deve-se fertilizar regularmente o viveiro e adicionar calcário simultaneamente;

Regras básicas para a renovação de água dos viveiros

- Caso os adubos orgânicos sejam utilizados nas fertilizações de manutenção, recomenda-se que sua aplicação seja feita dentro de sacos previamente perfurados, fixados por estacas no interior dos viveiros;
- As fertilizações realizadas durante o cultivo geralmente só surtem efeito 2 ou 3 dias após as aplicações.

9.3 Monitoramento do alimento natural presente nos viveiros

Outro procedimento de rotina que pode ser realizado durante os cultivos é a avaliação da quantidade de alimento natural que existe nos viveiros. Como os camarões quase sempre preferem se alimentar de alimentos naturais disponíveis nos viveiros, quanto maior for a disponibilidade desse tipo de alimento, menor será o consumo de ração ¹²⁹.

Em viveiros ricos em alimentos naturais e povoados com baixas densidades de camarões, a produtividade natural pode ser responsável por até 85% da alimentação dos camarões nos primeiros momentos depois do povoamento. Porém, em regimes de produção mais intensivos, diminui a importância do alimento natural na dieta dos camarões. Mesmo assim, estima-se que os alimentos naturais possam contribuir com mais de 35% da quantidade de alimentos consumidos pelos camarões ¹³⁰.

Em um viveiro bem preparado a densidade inicial de organismos bentônicos deve ficar acima de 1.000 indivíduos/m² ¹³¹. Porém, em cultivos com densidades de povoamento superiores a 12 camarões/m², os animais cultivados irão preda esses organismos bentônicos a tal ponto que eles tendem a ser drasticamente reduzidos nos viveiros até por volta da 8ª semana de cultivo ¹³². Enquanto a disponibilidade de organismos bentônicos diminui consideravelmente, aumenta a importância do arraçoamento para evitar a perda de rendimento do cultivo.

As coletas e triagens para avaliação da macrofauna bentônica presente nos viveiros exigem um determinado nível de conhecimento técnico, mas não chegam a ser um trabalho dos mais complexos. As amostragens podem ser feitas com instrumentos bastante simples, como cortadeiras ou pegadores de fundo, desde que se conheça exatamente o volume da amostra de solo que foi coletada.

Um instrumento bastante simples para coleta do bentos pode ser construído a partir de um tubo de PVC de 75 mm, adaptado. Na extremidade superior, um registro de 32 mm é adaptado de forma a permitir a passagem controlada do ar presente no interior do tubo (Figura 76). O sedimento coletado deve ser lavado no próprio viveiro, com auxílio de uma peneira de tela 200 µm, para eliminação prévia do sedimento mais fino presente na amostra.

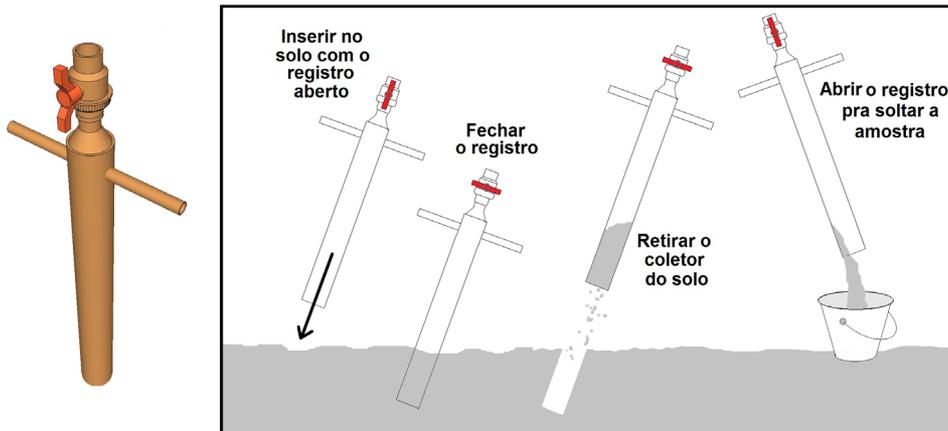


Figura 76. Um método simples de coleta de material do fundo, que pode ser usado com os viveiros cheios.

As amostras (bentos + sedimento mais grosseiro) devem então ser acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e fixadas em formol 4%. Quando completada a bateria de coletas em todos os viveiros, as amostras devem ser lavadas em água corrente e o sedimento novamente peneirado através de uma malha de 200 μm . Após a lavagem, o material retido deve ser conservado em álcool 70% e tratado com corante “rosa de bengala”, que facilita a triagem dos organismos presentes na amostra. A triagem deve ser feita com auxílio de um microscópio estereoscópico (lupa).

9.4 Manutenção da estrutura dos viveiros

Outra prática rotineira de manejo é a inspeção das estruturas de cultivo. Deve-se inspecionar periodicamente a integridade e o funcionamento das comportas, monges e telas dos viveiros, para se antecipar a ocorrência de qualquer problema. As rupturas podem ocorrer de um dia para o outro, possibilitando o escape de camarões ou a entrada de predadores e de competidores nos viveiros. Se forem encontradas telas rompidas, elas deverão ser substituídas imediatamente. Se estiverem entupidas, precisam ser limpas.

A checagem e a limpeza das telas posicionadas junto às entradas e saídas de água devem ser feitas praticamente todos os dias, com auxílio de escovas de cabo longo. Essas telas entopem muito rapidamente e, se não forem limpas, prejudicarão a eliminação dos resíduos tóxicos do fundo do viveiro e, com isso, a própria qualidade da água.

Os monges devem ser checados para verificação da ocorrência de vazamentos. Em caso positivo, pode-se utilizar pó-de-serra (serragem), colocado na porção frontal do monge, para tentar resolver o problema. A serragem acaba se acomodando entre as pequenas aberturas e, ao se hidratar, veda os espaços por onde a água escapa do viveiro. Outros produtos também podem ser usados para o mesmo fim, como argila e sebo, por exemplo.

9.5 Controle de predadores e competidores

Um viveiro representa um rico ecossistema. Como consequência, uma infinidade de seres vivos procura se estabelecer nele, para aproveitar as muitas oportunidades ecológicas que ali são geradas. Muitos destes organismos se integram aos demais de maneira bastante sinérgica. Outros, todavia, exploram os vários nichos do viveiro de maneira antagônica, com um grande potencial para gerar prejuízos ao cultivo e, por isso, devendo ser controlados.

Pequenos invertebrados geralmente agem como competidores dos camarões em relação aos recursos disponíveis no viveiro. Animais maiores como os peixes e os pássaros agem como predadores de camarão.

9.5.1 Peixes

É recomendado que, antes do enchimento dos viveiros, sejam instalados quadros telados nas entradas dos monges e na desembocadura deste em direção aos viveiros. Se for mantido íntegro, o sistema previne a entrada de peixes maiores. Porém, os peixes podem também invadir os viveiros ainda na fase larval ou até mesmo como ovos. Para contornar este problema, é importante que se realize o manejo do viveiro entre um ciclo de cultivo e outro, secando o solo até que apresente rachaduras e em alguns casos, desinfetando o fundo.

Alguns tipos de pesticidas têm ação sobre vertebrados, mas não sobre artrópodos. Este é o caso da rotenona, extraída das raízes da *Derris* sp. vem sendo usada como substância piscicida por nativos da América do Sul há séculos. A dosagem recomendada é 2-8 g/m³ de rotenona comercial (concentração de 4-5%). A saponina também tem excelente efeito piscicida e está presente na “torta” resultante da extração do óleo de sementes da Camélia (*Camellia* spp.). O estrato contém cerca de 10–15% de saponina. A dose recomendada é 12 a 20 g/m³. A saponina é mais efetiva em salinidades acima de 15UPS ¹¹⁹.

Apesar de estes produtos serem naturais e apresentarem meia vida reduzida, o uso de pesticidas em viveiros em geral é bastante controverso e, com relação aos princípios da produção Integrada (PI), recomenda-se que outras práticas sejam privilegiadas, deixando o seu uso para situações realmente críticas.

9.5.2 Caranguejos

As diversas espécies de caranguejo, que geralmente migram das regiões adjacentes de manguezal para os cultivos, podem apresentar muitos problemas. Ao consumir parte da ração fornecida, geram prejuízos, aumentando as taxas de conversão alimentar. Ao construir túneis e galerias, geralmente no talude dos diques, podem enfraquecer sua estrutura e provocar vazamentos.

Recentemente, acabou ficando comprovado também que diversas espécies de caranguejo podem servir de vetores de enfermidades, principalmente virais. Isso é um grande problema, não somente pela facilidade de disseminação, mas também por dificultar as medidas de controle profilático.

A construção de cercados ajuda parcialmente no controle destes animais, já que

muitas espécies invadem os viveiros ainda na fase larval. A instalação de armadilhas, construídas com baldes, ajuda no controle, mas não permite a completa erradicação do problema.

O carbeto de cálcio (carbureto) é um produto químico muito seguro, que pode ser usado em associação a outras formas de controle para reduzir as populações de caranguejo que se instalam ao redor dos viveiros. Tem ampla utilização na indústria e pode ser adquirido facilmente. Em contato com a água produz o gás acetileno, com poder asfixiante e hidróxido de cálcio, que causa aumento acentuado do pH da água. Estes dois resíduos têm efeito tóxico de curta duração. O material é introduzido na toca dos caranguejos e provoca a sua imediata expulsão. Os animais podem ser coletados e transportados para outro local.

Os organofosforados, comumente usados na piscicultura para controlar a invasão de crustáceos indesejáveis, como copépodos parasitas, por exemplo, não devem ser utilizados em carcinicultura para controle de caranguejos, porque o camarão, sendo também um invertebrado, também será afetado pelo produto.

9.5.3 Moluscos

Uma grande variedade de moluscos pode entrar no viveiro ainda na fase larval. Os gastrópodes estão presentes em maior número que outras classes e tem grande impacto na competição por recursos, principalmente por alimento natural. Algumas espécies podem inclusive servir de hospedeiro intermediário de diferentes tipos de parasitas¹³³.

9.5.4 Aves

Como as fazendas são geralmente construídas em torno de regiões selvagens, a grande quantidade de camarões presente nos viveiros certamente atrairá diferentes grupos de pássaros piscívoros. As perdas por predação por pássaros podem chegar a níveis muito altos, impedindo que os cultivos atinjam seu objetivo econômico.

Além das perdas diretas pela predação, as aves agem como vetores de enfermidades com extrema eficiência. Quando uma fazenda é atingida por uma doença, é comum que muitos camarões moribundos ou mortos sejam empurrados para regiões rasas do viveiro, o que atrairá as aves. Após a ingestão, estes animais podem voar de uma fazenda até a outra, carregando em seu sistema digestório partículas virais ativas, eliminando-as junto com as fezes.

Em todo o mundo, aves da família Phalacrocoracidae, que no Brasil é representada pelo biguá, são principal preocupação dos carcinocultores, devido a sua abundância e habilidade predatória.

Apesar de estar atualmente classificada como “LC” (do inglês Least Concern, ou pouco preocupante) pela lista vermelha de espécies ameaçadas¹³⁴, os princípios da produção Integrada (PI) demandam que seu controle seja feito utilizando métodos não letais. Existem, para isso, basicamente dois métodos diferentes: sistemas que espantam as aves e sistemas que as excluem.

Sistemas que espantam já são usados na agricultura desde tempos imemoriais.

Espantalhos fixos ou móveis procuram imitar a presença humana. Balões pintados com a figura de um olho exploram a aversão dos biguás em relação a aves de rapina. Cães podem ser treinados para perseguir as aves, o que farão prazerosamente. O uso de fogos de artifício também é efetivo, apesar de não muito eficiente¹³⁵.

Viveiros pequenos, com cerca de 1 ha, permitem que sejam instaladas linhas de nylon de um lado a outro da borda, nas duas direções, formando uma malha, que desencoraja o pouso das aves. As linhas podem ser apoiadas nas varas de sustentação das bandejas. O efeito pode ser aumentado com a fixação de fitas coloridas, que flutuam ao vento.

No entanto, os biguás são extremamente oportunistas e rapidamente aprendem a evitar os sistemas de linhas e ignorar as ameaças dos sistemas não letais. Diversos novos sistemas estão sendo propostos com diferentes taxas de sucesso.

Uma possibilidade mais efetiva no controle das aves são os sistemas de exclusão. Em viveiros pequenos, é possível instalar uma cobertura com tela que impeça o animal de ter contato com a água. Esta estrutura é bastante cara e precisa ser apoiada em suportes intermediários instalados no viveiro. Esta pode ser uma opção para situações onde todas as alternativas falharam.

9.6 O manejo alimentar

9.6.1 Embasamento teórico sobre nutrição e alimentação

De todas as práticas de manejo envolvidas no cultivo de camarões marinhos, talvez nenhuma outra seja tão decisiva para o resultado financeiro do empreendimento quanto o manejo alimentar. A ração representará cerca de 60-70% do custo final de produção do camarão cultivado. Então, uma nutrição ou um processo alimentar mal feitos podem representar a garantia de prejuízos ao final de um ciclo de produção.

A nutrição animal se desenvolveu como ciência há relativamente pouco tempo, quando os pesquisadores passaram a estudar as reações químicas e os nutrientes envolvidos nesse processo, identificando-os, quantificando-os e entendendo o papel que desempenham. A elaboração de rações adequadas para o cultivo de camarões marinhos se desenvolveu mais recentemente e ainda está em processo de aperfeiçoamento, na busca constante por formulações cada vez mais econômicas, mas sem perder eficiência.

Por esta razão, da mesma maneira como a discussão sobre preparo de viveiros foi precedida por uma revisão sobre as suas bases teóricas, para compreender melhor as estratégias de alimentação dos camarões é fundamental que os principais aspectos envolvidos na nutrição desses animais sejam revistos.

9.6.1.1 O papel dos nutrientes na alimentação e na fisiologia dos camarões

Desde a ingestão dos alimentos pelos camarões, até a chegada dos nutrientes às células e, posteriormente, para a eliminação dos resíduos não aproveitados, ocorrerão milhares de reações químicas, sem as quais a vida animal não seria possível. Os principais nutrientes são formados por moléculas muito grandes quando compa-

radas à maioria das moléculas existentes. Por isso, são incluídas na categoria das macromoléculas (macro = grande).

As principais macromoléculas orgânicas são proteínas, lipídeos e carboidratos. A forma como estas moléculas interagem no metabolismo é bastante semelhante para todos os animais. Porém, cada espécie evoluiu de uma maneira ligeiramente diferente em relação umas às outras e por isso elas têm requerimentos nutricionais muito particulares. A seguir, são descritas as principais moléculas orgânicas e as suas particularidades com relação aos camarões marinhos.

9.6.1.1.1 Proteínas

As proteínas são moléculas orgânicas formadas por centenas de moléculas menores, denominadas aminoácidos, ligadas em sequência. Por isso, é comum definir proteínas como uma cadeia de aminoácidos. As proteínas constituem a matéria-prima com que o organismo do camarão constrói os músculos, sangue, cutícula e todas as partes do corpo. As moléculas de proteínas contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, da mesma forma que os carboidratos, mas diferindo desses pela presença de átomos de nitrogênio. Ou seja, em última instância, parte daqueles fertilizantes nitrogenados empregados nos viveiros, juntamente com as proteínas presentes da ração, irão se transformar em carne de camarão durante o cultivo.

Os requerimentos nutricionais em relação à proteína para o camarão são muito mais altos nos estágios iniciais e vão gradativamente se reduzindo à medida que os animais vão crescendo. Por isso, as rações utilizadas no início do cultivo apresentam concentrações de proteína entre 40 e 45% enquanto que nos estágios finais de cultivo giram em torno de 35%.

Apesar da impressionante variedade de tipos, formas e funções, todas as proteínas existentes são formadas pela combinação de apenas 20 aminoácidos diferentes. É a capacidade de combinações dos aminoácidos que confere às proteínas uma enorme complexidade e grande possibilidade de variação.

Os camarões precisam consumir proteína diariamente para suprir suas necessidades em aminoácidos. Depois da ingestão, as proteínas são digeridas ou hidrolisadas, liberando os aminoácidos, que são absorvidos no trato intestinal e distribuídos para vários órgãos e tecidos, onde são utilizados para síntese de novas proteínas.

O próprio organismo do camarão consegue fabricar vários tipos de aminoácidos de que precisa, a partir de moléculas mais simples ainda, compostas por açúcares e gorduras combinadas com nitrogênio.

Porém, existem alguns aminoácidos que o organismo não consegue fabricar ou os fabricam em quantidades insuficientes. São os chamados aminoácidos essenciais. Estes têm que ser fornecidos obrigatoriamente através da alimentação. Os aminoácidos essenciais são metionina, arginina, treonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina e fenalanina ¹³⁶.

Se o suprimento de aminoácidos for inadequado ou desbalanceado para a espécie cultivada, o resultado imediato será a redução do crescimento, seguido pela perda de peso, uma vez que as proteínas contidas nos tecidos são consumidas pelo próprio

organismo, com o objetivo de manter suas funções vitais. Por outro lado, se a houver uma grande quantidade de aminoácidos, mas se eles não estiverem adequadamente balanceados, somente parte deles será utilizada na construção de novos tecidos, o restante, será convertido em energia. O detalhe é que as proteínas, além de ser o macronutriente mais caro, não são a fonte mais adequada de energia para os organismos vivos. A digestão dos carboidratos e das proteínas geram 4,8 e 5,4 kcal/g de energia, respectivamente, menos da metade dos lipídios, que geram 9,2 kcal/g.

Rações que contenham aminoácidos em proporções próximas às existentes nos próprios músculos dos camarões são aquelas que propiciam as melhores taxas de crescimento e de sobrevivência durante os cultivos comerciais. Assim, qualidade da ração não está obrigatoriamente relacionada à quantidade total de proteínas existentes na ração, mas sim ao adequado balanço dos aminoácidos que comporão as proteínas, como apresentado na Tabela 29.

Tabela 29. Níveis recomendados (em %) de aminoácidos nas rações comerciais para camarões ¹³⁷.

Aminoácidos	Porcentagem na proteína	Proteína bruta presente na ração			
		36%	38 %	40 %	45 %
Arginina	5,8	2,09	2,20	2,32	2,61
Histidina	2,1	0,76	0,80	0,84	0,95
Isoleucina	3,5	1,26	1,33	1,40	1,50
Leucina	5,4	1,94	2,05	2,16	2,43
Lisina	5,3	1,91	2,01	2,12	2,39
Metionina	2,4	0,86	0,91	0,96	1,08
Metionina-cistina	3,6	1,30	1,37	1,44	1,62
Fenilalanina	4,0	1,44	1,52	1,60	1,80
Fenilalanina-tirosina	7,1	2,57	2,70	2,84	3,20
Treonina	3,6	1,30	1,37	1,44	1,62
Triptofano	0,8	0,29	0,30	0,32	0,36
Valina	4,0	1,44	1,52	1,60	1,80

9.6.1.1.2 Lipídios

O termo lipídios (lípidio, lípideo ou lípide) é utilizado para designar gorduras ou substâncias gordurosas. Lipídios são definidos como componentes insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter, acetona, clorofórmio, benzeno e alcoóis.

Existem dois tipos diferentes de lipídios: os simples e os complexos. Os simples apresentam em sua constituição apenas átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), compreendem os glicerídeos, cerídeos e os esteróides. Os complexos, além de C, H, O, apresentam nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). Os mais importantes são os fosfolipídios e os esfingolipídios.

Para o camarão, os lipídios representam a principal fonte de energia ^{138; 139}. São requeridos como fontes dos ácidos graxos essenciais, necessários para síntese dos tecidos e membranas celulares, além de serem requeridos para absorção e utilização normal das vitaminas lipossolúveis.

Essas funções são, em grande parte, asseguradas por ácidos graxos poliinsaturados essenciais, que não são sintetizados pelo organismo. Por isso, é indispensável o seu aporte na alimentação para a manutenção das funções vitais dos camarões.

Há quatro formas de ácidos graxos que são considerados essenciais para os camarões: linoléico (18:2n6), linolênico (18:2n3), eicosapentaenóico (20:5n3) e docosahexaenóico (22:6n3). Geralmente, óleos vegetais são ricos em 18:2n6 e 18:2n3, enquanto óleos provenientes de animais marinhos são ricos em 20:5n3 e 22:6n3. Os níveis recomendados para lipídios nas dietas de camarões variam entre 4-7% (Tabela 30).

Tabela 30. Níveis recomendados de ácidos graxos e de fosfolipídios em rações comerciais de camarões ¹⁴⁰.

Ácidos graxos	Porcentagem na ração
18:2n6	0,4
18:3n3	0,3
20:5n3	0,4
22:6n3	0,4
Fosfolipídios totais	2,0
Lecitina	1,0

9.6.1.1.3 Carboidratos

Como o próprio nome sugere, são substâncias compostas por carbono e água, e também podem ser chamados de glicídios ou hidratos de carbono. São classificados pelo número de açúcares simples, em combinação:

- **Monossacarídeos:** unidade básica dos carboidratos. A glicose, frutose e galactose são os monossacarídeos com maior importância nutricional.
- **Dissacarídios:** compostos por duas unidades básicas. Os dois principais dissacarídios para os camarões são a sacarose e a maltose.
- **Polissacarídios:** compostos por muitas unidades básicas. Os mais importantes são o amido e o glicogênio, sintetizados a partir muitas unidades básicas, no caso, de glicose.

Carboidratos são considerados a fonte de energia mais barata que existe, mas no caso da dieta de camarões, sua utilização e metabolização são muito limitadas. Apesar disso, as rações de camarão possuem carboidratos em sua fórmula, porque se sabe que na sua ausência os camarões passam a utilizar as proteínas como fonte de energia ^{138; 139}. Quando os níveis de energia na ração são suficientes, as proteínas serão utilizadas pelo camarão apenas para o crescimento.

Os carboidratos também servem como precursores para vários produtos metabólicos necessários para o crescimento, como, por exemplo, aminoácidos não-essenciais, ácidos nucléicos e a quitina, que compõe o exoesqueleto.

9.6.1.1.4 Vitaminas

Vitaminas são complexos orgânicos, requeridos em quantidades diminutas para o crescimento, metabolismo e reprodução dos camarões.

Em sistemas de cultivo realizados em baixas densidades, os alimentos naturais costumam estar presentes em quantidades suficientes para prover a maior parte das vitaminas essenciais para os camarões. Entretanto, em regimes mais intensivos, nos quais as densidades são mais elevadas, a disponibilidade e a contribuição nutricional dos alimentos naturais tende a ser menor. Neste caso, as vitaminas devem ser suplementadas na dieta para que o crescimento dos camarões não seja afetado.

A quantidade e os tipos de vitaminas exigidas pelos camarões são influenciados pelo tamanho, idade e taxas de crescimento dos animais, pelas condições ambientais e pela inter-relação entre os nutrientes presentes na dieta.

Normalmente, as rações comerciais precisam ser preparadas com concentrações de vitaminas mais elevadas que as necessárias aos camarões, porque parte delas acaba sendo perdida durante o processamento, o armazenamento e o fornecimento das rações. A vitamina C, por exemplo, pode sofrer decomposição, pela luz, pelo calor e pela umidade.

Além disso, devido ao fato que dos camarões se alimentarem lentamente, a ração acaba permanecendo muito tempo na água. Por esta razão, vitaminas hidrossolúveis podem ser degradadas antes de serem consumidas. Onze das vitaminas essenciais listadas na Tabela 31 são hidrossolúveis e apenas 4 são lipossolúveis, ou seja, não se degradam tão facilmente.

Tabela 31. Concentrações recomendadas de vitaminas em rações comerciais de camarões ¹⁴¹.

Vitamina	Quantidade (por kg de ração)
Tiamina	50 mg/kg
Riboflavina	40 mg/kg
Piridoxina	50 mg/kg

Vitamina	Quantidade (por kg de ração)
Ácido Pantotênico	75 mg/kg
Niacina	200 mg/kg
Biotina	1,0 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Ácido Fólico	10 mg/kg
Cianocobalamina	0,1 mg/kg
Ácido Ascórbico	1.000 mg/kg
Vitamina A	10.000 UI/kg
Vitamina D	5.000 UI/kg
Vitamina E	300 mg/kg
Vitamina K	5 mg/kg

9.6.1.1.5 Minerais

Como a maioria dos animais aquáticos, os camarões podem absorver e excretar minerais diretamente pela superfície do corpo e pelas brânquias. Assim, a necessidade de suplementação mineral da ração depende da composição química da água em que esses animais estão sendo cultivados.

O sistema digestório dos camarões não é muito ácido ¹⁴². Por isso, os suplementos minerais que são hidrossolúveis são mais facilmente assimilados. Entre os minerais requeridos, o fósforo (P) é considerado o mais limitante nas rações. O nível recomendado de fósforo é de 0,9%, mas é preciso manter uma relação entre a quantidade de cálcio e de fósforo (relação Ca:P) entre 1,1-1,5:1,0 (Tabela 32). Isso porque, como o fósforo e o cálcio são biologicamente associados, um excesso de fósforo na dieta obriga o organismo a equilibrar a relação Ca:P através do sequestro de cálcio do próprio organismo, o que quase sempre significa a cutícula, levando à descalcificação e enfraquecimento do exoesqueleto do camarão.

Tabela 32. Níveis recomendados de minerais em rações comerciais de camarões ¹⁴¹.

Minerais	Quantidade (por kg de ração)
Cálcio	Máximo de 2,3 %
Fósforo total	1,5%
Magnésio	0,2%
Sódio	0,6%

Minerais	Quantidade (por kg de ração)
Potássio	0,9%
Ferro	300 ppm
Cobre	35 ppm
Zinco	110 ppm
Manganês	20 ppm
Selênio	1 ppm
Cobalto	10 ppm

9.6.1.2 Qualidade da ração utilizada

O princípio é simples: quanto melhor for a ração utilizada, mais rapidamente o hepatopâncreas atingirá sua capacidade máxima de armazenamento e mais rapidamente os camarões terão a sensação de saciedade e menos alimento precisará ser ingerido. A qualidade da ração depende de diversos fatores, como:

- Presença de ingredientes adequados, que contenham os nutrientes e a energia necessária para o crescimento dos camarões;
- Combinação adequada dos nutrientes;
- Estabilidade que a ração apresenta na água;
- Atratividade e da palatabilidade da ração para os camarões;

Quantidades elevadas de proteína em uma ração, por si só, não significam uma ração de qualidade. Vários tipos de proteína apresentam baixíssima digestibilidade. A qualidade da ração também não pode ser determinada apenas com base em análises químicas (laboratoriais). Uma ração deve ser avaliada também a partir das taxas de crescimento, conversão alimentar e da sobrevivência que propiciam aos camarões cultivados.

As rações comerciais existentes no mercado nacional costumam apresentar grandes oscilações de qualidade, de acordo com o lote produzido. Por isso, é recomendável que o produtor utilize ração de outra marca (de qualidade), como testemunho, em pelo menos dois viveiros da propriedade. Dessa forma, será possível avaliar sempre a qualidade do produto principal e até decidir se vale à pena trocar de marca. Outra dica é a troca de informações técnicas com produtores que utilizem outras marcas de ração.

Porém, a boa qualidade de uma determinada ração pode ser literalmente jogada fora por seu uso incorreto. Ou seja, nutrição (processos biológicos através do qual os organismos, utilizando-se de alimentos, assimilam nutrientes para a realização de suas funções vitais) e alimentação (o processo pelo qual os organismos obtêm seus alimentos e nutrientes) devem receber a mesma ênfase e os mesmos cuidados durante o processo produtivo de camarões cultivados.

9.6.1.3 Biologia e comportamento alimentar dos camarões

Os camarões são animais onívoros, isto é, alimentam-se de praticamente qualquer tipo de material orgânico disponível no viveiro. Além da ração, alimentam-se de detritos, microalgas e todos os pequenos organismos existentes no viveiro, como, por exemplo, copépodos, anfípodos, moluscos, nematóides, larvas de insetos, etc. Contudo, há uma marcada preferência por poliquetas, um alimento duas vezes mais rico em proteínas que as rações normalmente utilizadas.

Mesmo assim, diferentes espécies de camarões marinhos podem apresentar diferentes preferências alimentares. Por exemplo, o camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis*, que foi cultivado por vários anos na região Sul, apresenta hábitos alimentares mais acentuadamente carnívoros e, por isso, necessita de alimentos com mais de 50% de proteína bruta em sua dieta. Já o camarão-branco, *Litopenaeus schmitti*, caracteriza-se por apresentar uma tendência alimentar mais herbívora. *L. vannamei*, por outro lado, necessita de alimentos bem menos proteicos, sendo suficientes dietas a partir de 30% de proteína bruta.

Os camarões procuram o alimento caminhando sobre o fundo do viveiro. A sua visão é bastante deficiente e, como a transparência da água geralmente não é elevada, o camarão depende de estruturas sensitivas, localizadas nas antenas, antênulas, maxilípedes e quelas, para encontrar o seu alimento. Os três primeiros pares de pereiópodos desempenham importante papel na captura do alimento, que, dependendo do seu tamanho, pode ser parcialmente triturado antes de ser levado à boca. O camarão tem a capacidade de se alimentar rapidamente. Em cerca de 10 minutos, ele pode preencher completamente o seu estômago ¹⁴².

A digestão, propriamente dita, começa no estômago, onde o alimento entra em contato com enzimas digestivas, além de passar pela fase final de trituração. Quando o alimento passa pelo estômago, ele se transforma em uma pasta bastante fluída muito fina, que pode ser absorvida pelo hepatopâncreas. A digestão se processa em um período máximo de 6 horas. Nesse período, as reservas energéticas aumentam e o hepatopâncreas atinge sua capacidade máxima de armazenamento.

9.6.2 Estratégias de alimentação dos camarões marinhos

9.6.2.1 Fornecimento de ração

Até o início da década de 1990 havia só uma opção para o fornecimento de ração aos camarões, o chamado “lanço”. Nesta forma de arraçoamento, o tratador lança a ração, de maneira mais uniforme possível, por todo o viveiro, pois não consegue determinar onde há mais ou menos camarões concentrados. A partir de 1993, foi introduzido no Brasil o conceito de alimentação dos camarões por bandejas (ou comedouros), o que revolucionou a carcinicultura nacional ¹⁴³.

Estruturalmente, as primeiras bandejas eram confeccionadas com “virolas” (arco de metal e borracha) de pneus, onde eram fixadas telas de náilon de 1 mm, utilizando-se, para isso, pregos de latão ou de ferro galvanizado. A elevada densidade da bandeja fazia com que ela naturalmente afundasse, sem a necessidade de qualquer outro sistema complementar de lastro. As bandejas eram presas por cordas de náilon e afixadas em estacas colocadas estrategicamente nos viveiros.

Atualmente, já há modelos industriais de bandejas que são comercializados, facili-

tando a vida do produtor. Ainda assim, os modelos artesanais, construídos com tela e violas continuam sendo usados e funcionando sem problemas.

As bandejas são geralmente distribuídas em proporção entre 25-40 unidades/ha (Figura 77), dependendo da densidade de camarões nos viveiros¹⁴⁴. Quanto maior for a densidade de camarões, maior deve ser o número de bandejas. Em um viveiro com bandejas, em média, cada funcionário consegue arrastar cerca de 8-12 ha por dia.

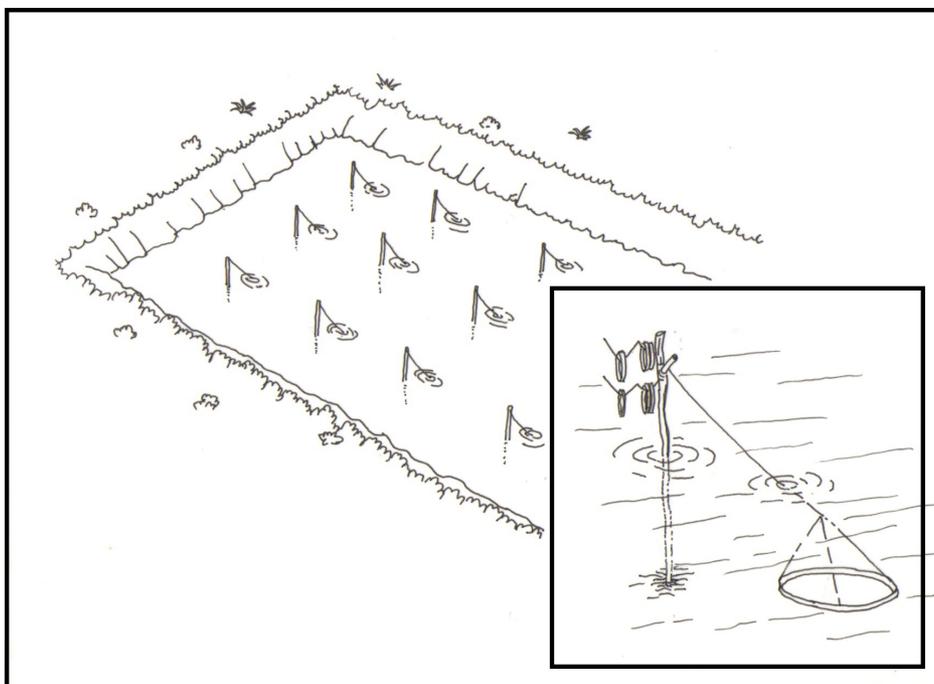


Figura 77. Representação de um viveiro com bandejas para alimentação de camarões e, no detalhe, a estrutura básica para instalação de uma bandeja.

Após se definir o número de bandejas que serão colocadas, divide-se imaginariamente o viveiro em quadrados. Nos vértices de cada uma desses quadrados são colocadas estacas de fixação, que deverão ficar afastadas dos diques em pelo menos 5 metros.

Para registrar a quantidade de ração que deve ser fornecida a cada turno de alimentação, em cada estaca, são fixadas pequenas alças de arame em formato de W, contendo diversas argolas de PVC de diferentes diâmetros, com valores arbitrados, de modo a se registrar a quantidade total de ração colocada em cada bandeja. Assim, o número de arames com argolas deve ser igual ao número de vezes que os camarões são alimentados durante um dia e as argolas devem indicar o peso da ração a ser colocada em cada bandeja.

Pode-se também montar esse sistema utilizando dois arcos feitos de arame, contendo pequenas contas coloridas (Figura 73). A vantagem é que, neste caso, não existe o risco do marcador de peso cair na água durante a manipulação.

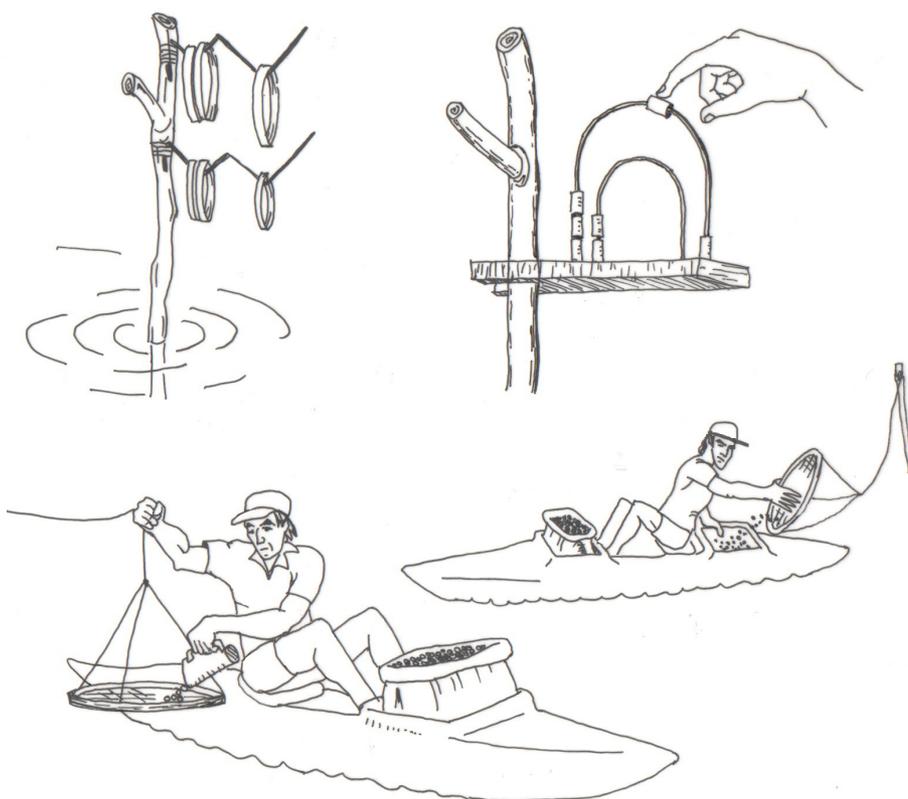


Figura 78. Diferentes sistemas de registro da quantidade de ração ofertada a cada turno (em cima) e representação do arraçoamento utilizando caiaques (embaixo).

Uso de bandejas de alimentação

Suponhamos que a ração seja fornecida duas vezes ao dia e que seja colocado 1 kg de ração na primeira alimentação e 1,5 kg na segunda. Neste caso, o procedimento a ser adotado deve ser o seguinte:

- O encarregado da primeira alimentação do dia levanta a bandeja e observa se sobrou ou não ração fornecida no período anterior;
- Em caso de haver sobras, ele pode retirar uma argola (que representaria, por exemplo, 100 g), deixando um número suficiente de argolas para que o responsável pela segunda alimentação entenda que deva colocar exatamente 1,4 kg de ração na bandeja;
- No seu turno, o responsável pela segunda alimentação levanta a bandeja e igualmente observa se houve sobras ou não, em relação ao período anterior;

Uso de bandejas de alimentação

- Depois, ele coloca na bandeja a quantidade de ração anteriormente determinada e deixa registrada a quantidade de ração que deverá ser fornecida no próximo período;
- Antes da ração ser transferida para as bandejas de alimentação, recomenda-se que ela seja previamente umedecida, para que ela não flutue e escape durante a descida da bandeja.
- Depois de encerrado um ciclo de produção, as bandejas devem ser suspensas e expostas ao sol.
- Deve-se adicionar calcário ou cal hidratada no fundo do viveiro, abaixo das bandejas para promover a oxidação dos excessos de matéria orgânica.

As sobras de ração presentes nas bandejas devem ser recolhidas e descartadas adequadamente, não se transformando em poluentes ambientais. Porém, em algumas situações, o resto de ração pode ser espalhado pelo próprio viveiro, liberando os nutrientes para se transformar em detritos e, desta forma, contribuir para o aumento da produtividade natural.

No entanto, esta estratégia deve ser usada com cautela. Os viveiros têm uma capacidade limitada (capacidade de suporte) de processar esses excessos de matéria orgânica, o que significa que, na maioria das vezes, as sobras de ração terão mesmo que ser retiradas e descartadas.

Além disso, é importante ter em mente que a meta com o uso das bandejas é otimizar o manejo e reduzir as perdas. Não é razoável utilizar uma ração que custa quase US\$ 1,00/kg como fertilizante, se estes podem ser adquiridos por US\$ 0,10-0,20/kg.

As bandejas:

- Possibilitam uma redução significativa da quantidade de alimento fornecido e do desperdício, uma vez que o controle alimentar pode ser feito de acordo com a taxa de ingestão dos camarões, regulada a cada período alimentar, em cada uma das bandejas;
- Contribuem com a redução da poluição da água e do solo, em função de permitir a retirada de todas as sobras de alimento dos viveiros;
- Reduzem a necessidade de trocas d'água, uma vez que a água se mantém em melhor qualidade durante os cultivos, reduzindo, também os custos de bombeamento;
- Atuam como um biofiltro permanente (semelhante ao formado pelos substratos verticais);
- Permitem uma estimativa mais efetiva da biomassa presente nos viveiros;
- Aumentam a eficiência na aplicação de medicamentos ou complementos alimentares, caso esses sejam necessários;
- Permitem a observação frequente dos camarões, dada a sua presença nas bandejas;

- Reduzem o deslocamento dos camarões na procura por alimentos;
- Provêm proteção para os camarões durante as mudas;
- Possibilitam até mesmo a redução dos níveis de estratificação da água no viveiro, uma vez que as bandejas são levantadas e abaixadas pelo menos duas vezes ao dia, promovendo a movimentação pontual da água.

Na Tabela 33 é feita uma comparação sumarizada entre o arraçoamento feito através de bandejas e a lanço:

Tabela 33. Comparação entre os métodos de arraçoamento por bandeja e a lanço.

Variável	Bandejas	Lanço
Distribuição da ração	Controlada	Homogênea
Perdas de ração	Pequenas	Grandes
Permite a retirada dos excessos de ração	Sim	Não
Poluição ambiental	Baixa	Alta
Acesso dos camarões à ração	Menor	Maior
Competição pelo alimento	Maior	Menor
Permite a avaliação das taxas de alimentação	Sim	Não
Tempo de arraçoamento	Longo	Curto
Custos operacionais	Altos	Baixos
Possibilita a automação	Não	Sim
Taxa de conversão alimentar	Baixa	Alta
Custos com mão de obra	Altos	Baixos
Economia de ração e de recursos financeiros	Alta	Baixa

A maior vantagem do uso de bandejas pode ser medida pelos próprios números da carcinicultura nacional. No início, as taxas de conversão alimentar giravam em torno de 4:1, média. Após a adoção desta técnica, as taxas de conversão caíram para patamares em torno de 0,9-1,5:1 kg de ração ¹⁴⁵.

É claro que a qualidade das rações e das próprias pós-larvas melhorou muito nesse período, mas o uso de bandejas tem um importante papel na redução de perdas e no aumento da eficiência da alimentação de camarões marinhos.

9.6.2.2 Locais de distribuição da ração

Os camarões procuram sempre as zonas de maior conforto ambiental dentro do viveiro. Assim, é importante conhecer tais zonas para o fornecimento adequado da ração.

Os juvenis, por exemplo, preferem se concentrar nas partes mais rasas do viveiro, sendo normalmente encontrados mais próximos aos taludes ¹⁴⁶. Com o tempo, os camarões passam a se deslocar para zonas mais profundas, evitando as zonas rasas durante o dia, mas se distribuindo de forma mais homogênea durante a noite.

Nas ocasiões em que as concentrações de oxigênio dissolvido caem para níveis críticos, os camarões acabam se concentrando mais próximos às comportas de entrada de água, onde as concentrações de oxigênio são maiores.

Nas duas primeiras semanas, recomenda-se que a ração seja distribuída apenas nas bandejas da borda dos viveiros e, para aumentar a eficiência na alimentação dos camarões, pode-se distribuir um pouco de ração a lanço, próximo aos taludes.

9.6.2.3 Quantidade de ração fornecida

A ração é o item de maior impacto nos custos finais de produção e, como será discutido adiante, um potencial poluente ambiental. Por isso, é fundamental a adoção de um programa eficiente e correto de arração para aumentar as margens de lucro e reduzir os impactos do empreendimento aquícola.

Em caso de fornecimento de ração abaixo da quantidade necessária, a taxa de crescimento dos camarões ficará aquém da ideal. Os camarões ficarão subalimentados, mais estressados e sujeitos a enfermidades. Em caso de fornecimento de ração acima da quantidade necessária, além do impacto no orçamento, a primeira consequência será um aumento nas concentrações de matéria orgânica no fundo do viveiro (Tabela 34).

Tabela 34. Possíveis consequências da adoção de um programa inadequado de arração.

Variável	Subalimentação	Superalimentação
Eficiência alimentar	Baixa	Alta
Gastos com ração	Menores	Maiores
Taxas de crescimento	Baixas	Baixas
Riscos de enfermidade	Altos	Altos
Riscos de eutrofização ambiental	Baixos	Altos
Oxigênio dissolvido	Não afetado	Queda nas concentrações
Fundo do viveiro	Não afetado	Anaeróbio
Resultado final	Prejuízo financeiro	Prejuízo financeiro

Com o fornecimento correto de rações o carcinicultor pode:

- Adequar a densidade de cultivo;
- Explorar todo o potencial de crescimento da espécie cultivada;
- Garantir o bom estado sanitário do plantel;
- Manter uma melhor qualidade da água;
- Garantir uma maior produtividade e, portanto, uma maior receita;
- Otimizar o uso de recursos, naturais, humanos e financeiros.

Nos primeiros 30 dias de vida nos viveiros, as PL's apresentam elevadas taxas de crescimento percentual, mas relativamente pouco crescimento absoluto (em gramas por semana, por exemplo). Isso é relativamente fácil de ser entendido, pois as PL's chegam à fazenda com um tamanho muito reduzido, chegando a quintuplicar o seu peso médio nas primeiras semanas ¹⁴⁷. Porém, suponhamos que as PL's sejam transferidas para os viveiros com 0,02 g. Se elas quintuplicarem seu peso, ao final de uma semana ainda pesarão 0,1 g, o que não representa muito em termos de biomassa.

Nessa fase em que o crescimento é exponencial, os camarões necessitam de alimento com teores mais elevados de proteína, uma vez que eles precisam ganhar massa muscular e seus músculos são basicamente constituídos por proteínas. À medida que crescem, os camarões passam a exigir menos nutrientes na ração. Na Tabela 35 estão apresentados os níveis considerados ideais dos principais nutrientes presentes na ração.

É importante ressaltar que nem sempre o ideal é o recomendado. Como o preço da ração é diretamente proporcional à quantidade de proteína presente, nem sempre as rações utilizadas contêm os níveis considerados ideais de proteínas. Por exemplo, frequentemente as rações de engorda contêm 35% de proteína, quando o ideal seria 40%.

Tabela 35. Variação dos níveis considerados ideais de nutrientes na alimentação dos camarões ^{137; 148}.

Peso médio dos camarões (g)	Proporção de proteína na dieta (%)	Proporção de lipídio na dieta (%)	Proporção de colesterol na dieta (%)
0,0 - 0,05	45	7,5	0,40
0,05 - 3,0	40	6,7	0,35
3,0 - 15	40	6,3	0,30
15- 40	38	6,0	0,25

O metabolismo dos animais na fase inicial do cultivo também é muito elevado. Nessa fase eles chegam a consumir 8% de seu peso corporal por dia. Além disso, eles gastam muita energia nestes momentos iniciais. Por isso, a ração deve também conter elevados níveis de energia, caso contrário, a proteína consumida será utili-

zada como fonte de energia e as taxas de crescimento serão baixas. À medida que as PL's crescem, o ganho percentual de peso diminui e o ganho absoluto aumenta. A quantidade de alimento ingerido em relação à biomassa dos camarões também diminui com o tempo (Tabela 36).

Tabela 36. Sugestão de taxas de arraçoamento, em relação à biomassa dos camarões, usando uma ração com 35% de proteína bruta, com temperatura da água entre 24-28°C. Modificado de Tacon et al. (2002) ^{137; 148}.

Peso médio dos camarões (g)	Percentual da biomassa (%)
1-3	7,0
3-5	6,0
5-7	5,5
7-9	5,0
9-11	4,5
11-13	4,0
13-15	3,5
15-17	3,0
17-30	2,5

Com o uso de bandejas de alimentação, os próprios camarões indicam diretamente a quantidade de ração que precisam ingerir, o que aumenta a confiabilidade do programa de arraçoamento e praticamente elimina a necessidade de uso de tabelas de arraçoamento.

9.6.2.4 Frequência alimentar

A frequência alimentar é uma parte muito importante do manejo. Não é, de maneira alguma, recomendado que se forneça alimento apenas uma vez ao dia, por ser um manejo ineficiente e perigoso.

O processo de alimentação do camarão é pouco eficiente porque os animais preenchem seu estômago em relativamente pouco tempo. Passam por um período de digestão e voltam a procurar alimento após isso. A ração, por sua vez, depois que entra em contato com a água, acelera seu processo de decomposição e de lixiviação de nutrientes. Essa ração, quando degradada, perde suas propriedades organolépticas e deixa de ser atraente para o camarão.

Se não for retirada do viveiro, a ração não ingerida acaba se acumulando, apresentando os problemas e consequências já conhecidos. Assim, quanto maior o número de vezes que a ração for fornecida, menores serão as perdas de nutrientes e melhor será a qualidade do alimento disponível aos camarões.

Por outro lado, quanto maior for a frequência de arraçoamento, maior será a necessidade de mão de obra para fornecer a ração e maiores serão os custos com pessoal. Por isso, é preciso que se faça uma análise de benefício/custo para se estabelecer o programa ideal de arraçoamento para cada caso, pois isso dependerá de fatores como: custos de mão de obra, densidade de camarões utilizada, fertilidade natural dos viveiros, temperatura da água.

9.6.2.5 Horário para alimentação

O horário de alimentação está relacionada ao hábito natural de cada espécie. Algumas, como é o caso do camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis*, têm o hábito de se enterrar durante o dia, como uma estratégia natural de proteção, alimentando-se preferencialmente à noite. Já *L. vannamei*, apesar de também apresentar hábitos noturnos, não tem o hábito de se enterrar tanto quanto *F. paulensis*. Logo, ele também se alimenta mais durante o dia.

Entretanto, isso depende também da idade dos animais. Pequenos juvenis de *L. vannamei*, com até 0,5 g, raramente se enterram, portanto se alimentam em qualquer horário do dia. Os juvenis mais velhos já começam a se enterrar mais frequentemente de dia, mas tendem a aumentar sua taxa de alimentação durante a noite¹⁴⁹. Assim, o ideal é que os horários para fornecimento de ração levem em conta o momento em que o camarão está mais ativo, em que mais procura alimentos¹⁵⁰. Na Tabela 37 está exemplificada a forma de distribuição da ração ao longo de um dia, em um manejo alimentar que considera o arraçoamento em três períodos.

Tabela 37. Exemplo da distribuição de ração ao longo do dia.

Período	Porcentagem da ração a ser fornecida
Manhã (apenas quando as concentrações de oxigênio dissolvido estiverem dentro de limites aceitáveis)	25 %
Tarde	25 %
Noite (entre 18 – 22 h)	50 %

Por exemplo, se a quantidade de alimento a ser fornecida no viveiro for de 30 kg, a sugestão é que se forneça 7,5 kg pela manhã, 7,5 kg à tarde e 15 kg à noite. Esse tipo de tabela vale para as ocasiões em que a ração for fornecida a lanço, pois com o uso das bandejas de alimentação, os próprios camarões indicam as quantidades e, conseqüentemente, as proporções entre os diferentes períodos do dia. Alimentar à noite também implica em pagamento de adicional noturno, que pode encarecer em mais de 20% os custos com mão de obra. Aqui, mais uma vez, o ideal pode não ser exatamente o recomendado.

9.6.2.6 Arraçamento e muda

A muda é sempre um processo que envolve um grande gasto de energia e provoca estresse nos camarões. No entanto, a frequência de muda tende a diminuir à medida que o camarão cresce. Camarões com 2-5 g mudam pelo menos uma vez a cada 8 dias. Camarões com 13 g mudam a cada 10-15 dias ¹⁵¹.

De qualquer maneira, nos períodos de muda, tanto em função do aumento do estresse, como pelo fato de que as peças bucais se tornam moles e incapazes de manipular adequadamente o alimento, as taxas de ingestão caem consideravelmente. Esta redução deve ser levada em conta em um programa de manejo alimentar.

Em época de mudança (virada) de fase da lua para quarto crescente ou para quarto minguante, pode-se observar uma redução na diminuição do consumo de ração aumento da frequência de muda (maior presença de camarões com a casca mole). Essa é mais uma vantagem do uso de bandejas de alimentação: otimizar o uso de ração frente aos eventos naturais que afetam os camarões cultivados.

Sugestões de manejo alimentar durante as luas minguante e crescente

Caso os camarões não sejam alimentados na bandeja, mas sim a lanço, durante essas fases lunares é recomendável:

- Baixar e subir diariamente o nível do viveiro durante 5 dias;
- Fornecer a ração durante esse período obedecendo aos seguintes critérios:
 - 1° dia - 80% da quantidade normal de ração fornecida
 - 2° dia - 50% da quantidade normal de ração fornecida
 - 3° dia - 0% da quantidade normal de ração fornecida
 - 4° dia - 50% da quantidade normal de ração fornecida
 - 5° dia - 80% da quantidade normal de ração fornecida.

9.6.2.7 Armazenamento da ração

Como foi discutido na seção sobre instalação da fazenda de cultivo de camarões marinhos, é fundamental que exista um local adequado para armazenamento de ração. Uma fazenda, dependendo de seu porte consumirá quantidades consideráveis de ração a cada semana de cultivo.

Como geralmente as fazendas são construídas em local distante dos centros industriais de produção de ração, é necessário que a quantidade de ração adquirida seja suficiente para um período mais longo, de tal forma que a logística seja otimizada. Por outro lado, a ração é um produto perecível, de modo que a frequência e as quantidades adquiridas a cada compra devem ser racionalizadas.

Cuidados em relação ao armazenamento e uso de rações

- Armazenar a ração por, no máximo, três meses (sendo que o tempo ideal para consumo é de um mês);
- Fazer controle do estoque, observando que as partidas de ração mais antiga sejam sempre utilizadas primeiro;
- Não colocar nunca sacos com ração recém adquirida sobre sacos de ração já estocados anteriormente;
- Manter separados tipos e lotes de rações diferentes;
- Não manter as rações armazenadas por mais de 15 dias em temperatura ambiente acima de 28°C;
- Nunca usar ração úmida, embolorada ou que tenha perdido a coloração original;
- Se possível, armazenar a ração em temperaturas inferiores a 15°C. Nessas condições, a ração não só poderá ser utilizada por mais tempo, como também apresentará melhores resultados em termos de ganho de peso dos camarões;
- Observar sempre a data de fabricação e de validade da ração;
- Manter a área de armazenamento limpa, sem ração espalhada pelo chão, o que atrai roedores e outros animais;
- Colocar telas mosquiteiro nas janelas do galpão;
- Se possível, dedetizar previamente o local (com pessoal qualificado e respeitando-se os prazos recomendados para colocação da ração nesse local);
- Empilhar, no máximo, 6 sacos sobrepostos de ração, para evitar rompimento e liberação de grãos no chão;
- Não caminhar por cima das pilhas de ração;
- Armazenar os sacos distantes da parede de concreto (10 cm, pelo menos), para evitar a transferência de umidade da parede para a ração;
- Manter distância de 30 cm entre os estrados de madeira que servem de base para a ração, para permitir a passagem de ar;
- Armazenar a ração em local protegido da luz, como forma de prevenir a perda de vitaminas;
- Evitar o contato da ração com fontes poluentes tais como: pó, tinta, óleo, gasolina, agrotóxicos e outros produtos químicos. Por isso, o galpão de rações deve ser independente do galpão de maquinário e oficina.

9.6.2.8 Características desejáveis na ração

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Camarão ¹⁵², a ração deve apresentar algumas características mínimas, além da sua qualidade nutricional:

- Validade do produto – máximo 3 meses;
- Tempo de lixiviação –mínimo para o início do processo é de 30 minutos;
- Hidratação – entre 30 minutos a um máximo de 2 horas; Desintegração – mínimo de 3 horas e máximo de 7 horas;
- Flutuabilidade – aceitável apenas 0,5%;
- Presença de finos – máximo de 1,0%;
- Granulometria – máximo de 250 micra;
- Presença de corpos estranhos – ausência total de partículas que não façam parte da composição da ração.

9.6.2.9 Arraçoamento e poluição ambiental

Quanto melhor e mais eficiente for o arraçoamento, mais os camarões irão aproveitar a ração fornecida e menores serão as perdas. Ainda assim, do volume de ração inicial fornecido aos camarões, a maior parte é perdida de diversas formas.

Em geral, entre 15-17% da ração fornecida não chega a ser consumida pelos animais. Devido ao hábito dos camarões de manipular a ração antes de levá-la à boca, parte dessa perda se dá por esfrelamento. Outra parte, sequer é encontrada pelos camarões e acaba se degradando sem ter sido consumida.

Mesmo a parte consumida pelos animais (entre 85-83%) não será integralmente aproveitada. Estima-se que algo em torno de 20 % daquilo que foi consumido passa pelo sistema digestório sem ter sido digerida e assimilada, e acaba integralmente perdida através das fezes ¹⁵³.

É bastante difícil estabelecer com precisão quanto da ração será efetivamente convertido em camarão, porque nos viveiros existem outras fontes de alimento além da parcela que é aportada. Porém, experimentos controlados em laboratório indicam que a maior parte da ração efetivamente ingerida, digerida e assimilada (cerca de 45%) será utilizada pelo chamado metabolismo basal (mudas, excreção, respiração, geração de calor). Ao fim, apenas entre 17 e 25% da ração oferecida é usada no crescimento e pode ser recuperada na forma de biomassa do camarão (Figura 79).

De uma maneira geral, estima-se que entre de 75 a 83% da ração fornecida aos camarões acabe depositada na forma de matéria orgânica nos viveiros após a despesca, caso não sejam usadas bandejas de alimentação.

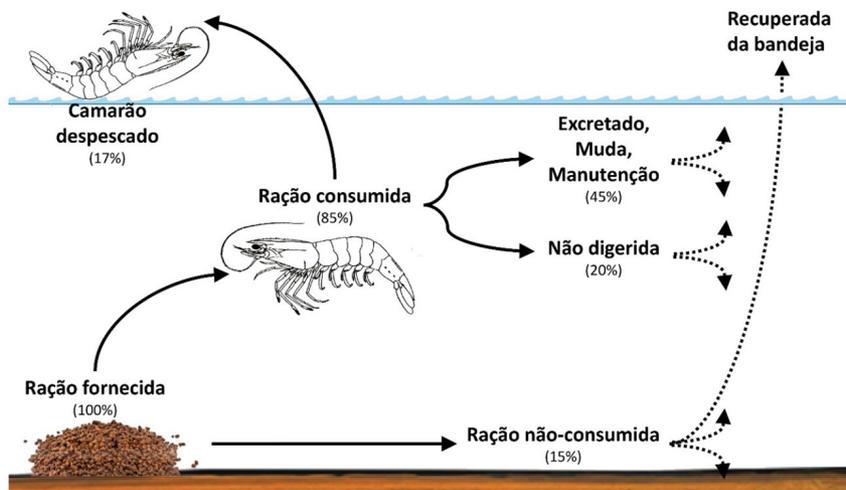


Figura 79. Destino da biomassa de ração fornecida aos camarões.

Além da evidente questão dos prejuízos econômicos, a perda de ração tem uma forte implicação ambiental. Embora vários sejam os nutrientes que determinam o crescimento do fitoplâncton em viveiros de cultivo de camarões, o nitrogênio e o fósforo são de longe os mais importantes, tanto pelo fato de serem limitantes, quanto pelo fato de serem adicionados em grandes quantidades nos viveiros.

Rações de camarões são bastante ricas nesses dois nutrientes e é possível quantificar, de maneira bastante acurada, o fluxo destes nutrientes no ambiente de cultivo. Mesmo considerando um bom programa de manejo alimentar, para se produzir 1 kg de camarões, são gastos entre 1,2 a 1,5 quilos de ração. As rações contêm, em média, 6-8% de nitrogênio e 1-1,5% de fósforo. Esses números significam que 78% do nitrogênio e 51% do fósforo que entram em um viveiro serão provenientes do arraçoamento¹⁵⁴.

Estima-se que apenas 18% do nitrogênio, bem como no máximo 6% do fósforo, aportado no sistema através da ração, será recuperado na biomassa do camarão despescado (Figura 80 e Figura 81). Todo o restante ficará retido nos viveiros ou lançados no ambiente. Por isso, a ração é considerada umas das principais fontes de poluição provenientes dos cultivos de camarões.

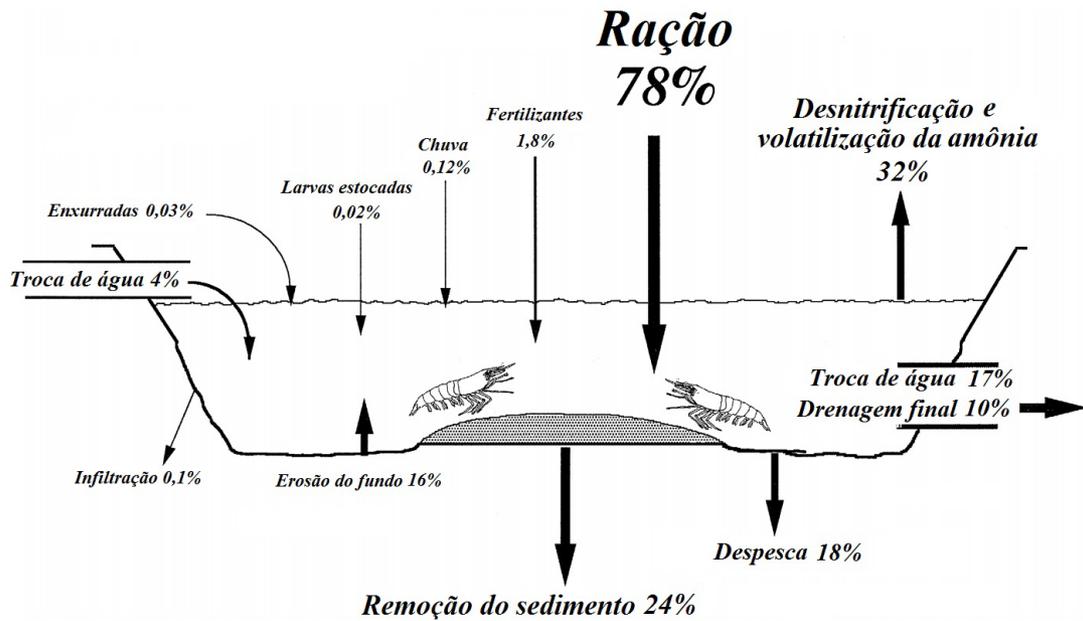


Figura 80. Balanço de nitrogênio em viveiros de cultivo de camarões (adaptado de Funge-Smith e Briggs¹⁵⁵).

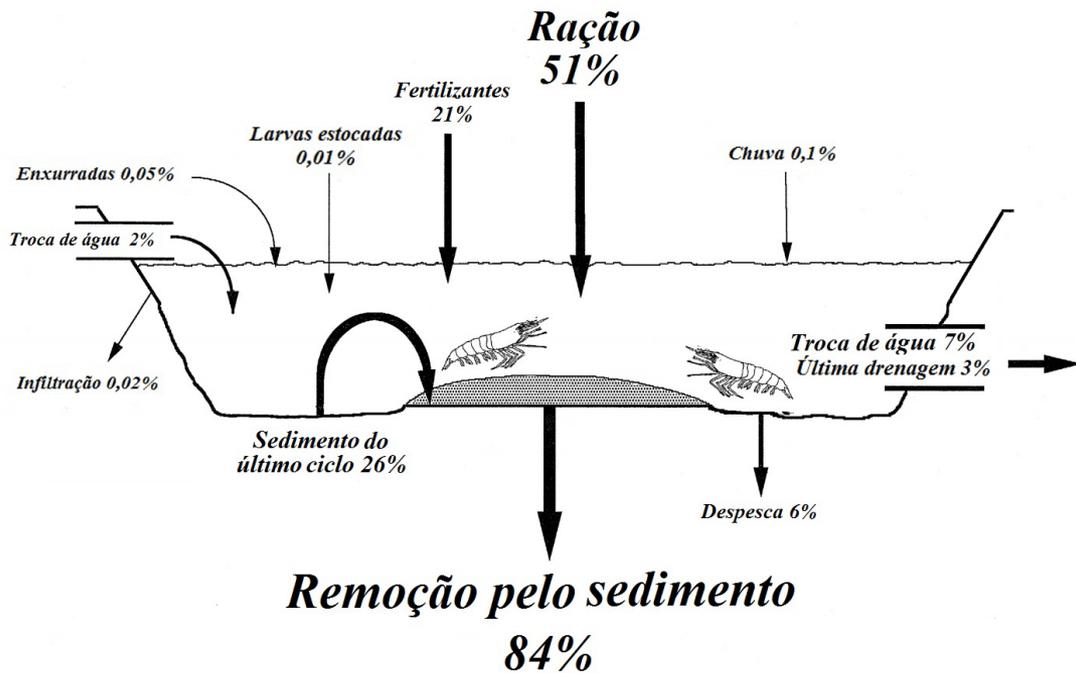


Figura 81. Balanço de fósforo em viveiros de cultivo de camarões (adaptado de Funge-Smith e Briggs¹⁵⁵).

Normalmente, a quantidade de nutrientes gerada por uma fazenda de porte pequeno ou médiopode ser facilmente assimilada pelo próprio ambiente. Contudo, a situação pode se tornar perigosa se for considerado que uma fazenda de grande porte pode produzir dezenas e até centenas de toneladas de camarões por ano.

Além disso, é preciso considerar o número de fazendas existentes em uma determinada área e os padrões de circulação hidrológica do estuário local. Em estuários com limitada circulação, os efluentes gerados por fazendas de cultivo de camarão podem ser produzidos em um ritmo muito superior à capacidade de processamento ambiental, o que leva a um acúmulo de nutrientes e à poluição ambiental.

Outro problema é que a existência um número elevado de fazendas pode fazer com que a carga orgânica lançada no ambiente se torne bastante elevada, mesmo se apenas pequenos empreendimentos estiverem localizados naquela área.

Por isso, ações de fomento à atividade da carcinicultura devem ser precedidas por um planejamento global, que deve incluir:

- a) Determinação da capacidade dos ambientes adjacentes às áreas potenciais para instalação das fazendas em processar os efluentes que serão lançados;
- b) Estabelecimento de um zoneamento regional, para determinação das áreas mais apropriadas para instalação de fazendas, evitando o acúmulo de empreendimentos em torno de um mesmo corpo hídrico receptor;
- c) Estabelecimento de protocolos que visam o manejo consciente e o aumento da eficiência no processo produtivo de camarões cultivados;
- d) Estabelecimento de protocolos e regras visando a redução da produção de efluentes, o seu tratamento prévio e a sua correta destinação, para diminuir a carga orgânica lançada no corpo receptor.

Estes são os elementos-chave para se minimizar impactos ambientais da carcinicultura provocados pela geração e lançamento de efluentes.

Para pensar...

- Como as fazendas de cultivo de camarão dependem de água de boa qualidade, ao captar uma água já poluída, elas estariam causando problemas para si próprias. Em ambientes poluídos, as taxas de crescimento são menores, os camarões ficam mais estressados, podendo adquirir doenças devastadoras, que, uma vez instaladas em um determinado local, são de difícil erradicação.
- O manejo alimentar e o controle da quantidade de efluentes gerados são preceitos fundamentais para a viabilização econômica de qualquer fazenda de cultivo de camarões marinhos. A quantidade máxima de ração fornecida deve ser determinada pela capacidade de suporte dos viveiros e do ambiente e não apenas pelos níveis esperados de produtividade.

Para pensar...

- A melhoria das técnicas de manejo e a redução das taxas de conversão alimentar contribuem para a redução dos custos de produção e da poluição, além de aumentarem a lucratividade do empreendimento.
- Para uma maior garantia de sucesso dos empreendimentos e, ao mesmo tempo, redução dos riscos ambientais, seria desejável que os estados promovessem um zoneamento prévio das áreas destinadas à instalação de fazendas de cultivo de camarão e que as fazendas fossem instaladas respeitando as diretrizes desse zoneamento. Isso, via de regra, ainda não existe.

9.7 Monitoramento do cultivo

Os camarões cultivados precisam ser frequentemente amostrados para monitoramento do seu estado de saúde, do peso médio dos indivíduos e, indiretamente, da sobrevivência em cada viveiro, por contagens e biometrias.

Este monitoramento é uma das práticas de manejo mais importantes em uma fazenda, mas é também uma das mais negligenciadas.

Através de um programa de amostragem e biometria é possível saber como está o andamento geral dos cultivos, se os animais estão crescendo dentro dos limites esperados, se há evidências de problemas de manejo, se os camarões apresentam alguma enfermidade, mas acima de tudo, as biometrias são fundamentais para o planejamento do processo de arraçamento ¹⁵⁶.

É natural que ocorra mortalidade durante o período do cultivo. Também é esperado que a mortalidade dos animais seja maior no início dos cultivos, quando os camarões ainda são muito jovens. Porém, não se espera que, após este início, picos de mortalidade venham a ocorrer e, quando acontecem, significam sempre o surgimento de problemas. Também se espera que em um cultivo bem manejado, taxas finais de sobrevivência sejam maiores que 75-80% ou o risco de prejuízo começa a virar uma preocupação real. A figura abaixo mostra um gráfico com as taxas de crescimento e de sobrevivência típicas de um cultivo bem manejado (Figura 82).

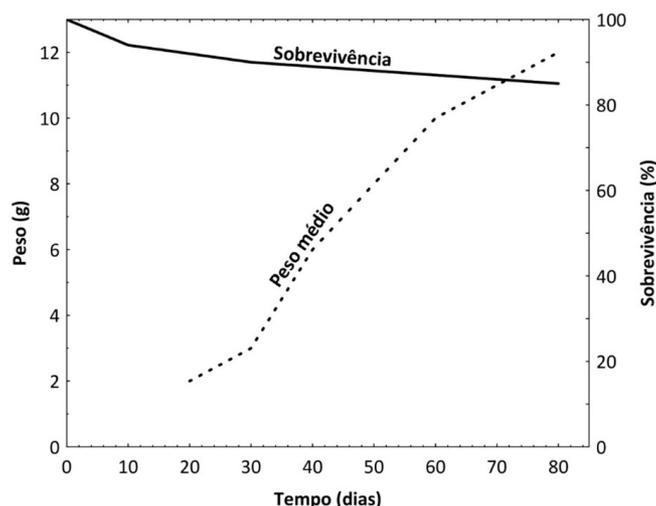


Figura 82. Exemplo de curvas de crescimento e de sobrevivência observada em um típico cultivo de camarões marinhos.

9.7.1 Estimativa do número de camarões no viveiro

Não é fácil estimar o número real de camarões presentes no viveiro em um determinado momento, mas isso é fundamental para monitorar as taxas de sobrevivência durante o cultivo. Normalmente, sabe-se com relativa exatidão quantas PL's foram depositadas nos viveiros durante o povoamento e quanto de camarão foi retirado na despesca, porém, os valores intermediários são bastante imprecisos. Isso porque os métodos disponíveis para estimar o número de camarões no viveiro são indiretos e passíveis de incorrer em enormes erros.

Geralmente, a experiência do técnico é útil para estimar essa taxa de sobrevivência a grosso modo (a partir do consumo de ração nos viveiros, da presença de camarões mortos, das taxas semanais de crescimento, etc.), e pode ser muito importante nesse processo. Mas, existem meios científicos para diminuir essa subjetividade e manejar os viveiros com base em dados mais concretos ¹⁴⁵.

O programa de amostragens e biometria deve ter início tão logo os camarões atinjam tamanho suficiente que seja possível os capturá no viveiro. Geralmente isso ocorre a partir do momento em que os animais atingem mais de 1 g. Na fase inicial dos cultivos, as coletas devem ser feitas com uma espécie de rede de arrasto, com malha de abertura de 2-3 mm ou com tarrafa de malha com abertura de 0,5 cm², coletando-se uma pequena amostra de cada viveiro (de 75 a 100 camarões).

A partir do momento em que os camarões atingem cerca de 2 g, a amostragem utilizando uma tarrafa pequena (malha com abertura de 1 cm²), de raio (abertura de boca) conhecido, torna-se o método mais fácil de captura.

Estimando o número de camarões no viveiro

- As amostragens devem ser feitas preferencialmente no início da manhã ou no final da tarde e realizadas com uma tarrafa de raio conhecido.
- Para uma maior precisão, devem ser amostrados pelo menos de 10 a 20 pontos no viveiro, de modo a se abranger pontos paralelos e diagonais em relação às bordas.
- Com auxílio de uma tarrafa de raio conhecido, capturam-se e contam-se os camarões, devolvendo-os a seguir ao viveiro.
- É possível também separar uma parte dos camarões coletados para realizar as biometrias.
- O número total de camarões no viveiro é estimado a partir do seguinte cálculo:

$$NTC = AV \times NC / AT$$

Onde:

NTC = Número total de camarões

AV = Área do viveiro (AV)

NC = Número médio de camarões capturados em cada tarrafada

AT = Área da tarrafa = $3,14 \times (\text{Raio da tarrafa})^2$

Se for realizada apenas uma amostragem, o número de camarões coletados dificilmente representarão o número real que existe no viveiro naquele momento. Como o viveiro apresenta uma grande área e os camarões caminham livremente sobre o fundo, a sua distribuição não é uniforme. É possível que, por mero acaso, uma coleta seja feita em uma região do viveiro em que momentaneamente haja uma maior concentração de animais. Um cálculo baseado nesta única coleta resultaria em erros de estimativa. Por isso, é fundamental que sejam feitas várias coletas em pontos diferentes do viveiro, como forma de reduzir o erro.

Por outro lado, esse procedimento de captura e de contagem envolve sempre uma alta carga de trabalho e isso implica em custos com pessoal. Em suma, quantos mais pontos forem amostrados, menores serão os erros, mas maiores serão os custos. Não existe uma saída mágica para esse dilema, mas existem formas de otimizar o processo de amostragens.

Uma delas é complementando os dados obtidos durante o monitoramento com a utilização de tabelas de sobrevivências. O ideal é que essas tabelas sejam montadas

a partir da experiência e dos dados obtidos na própria fazenda. O produtor, com base nos registros de dados da sua propriedade, estabelece suas curvas históricas de sobrevivência e as aplica aos cultivos em andamento. Se não forem detectados sinais de aumento na mortalidade, se as condições ambientais estiverem adequadas, se os camarões estiverem saudáveis, sem sinais de doenças, e, por fim, se as taxas de consumo de alimento estiverem normais, é muito provável que a tendência nas taxas de sobrevivência seja mantida.

9.7.2 Biometrias

Além da contagem dos camarões capturados para a estimativa do número total de camarões no viveiro, é fundamental registrar também dados biométricos, que possibilitará, dentre outras coisas, definir as quantidades de ração empregadas, analisar o grau de uniformidade de cada lote, avaliar as condições de saúde dos camarões e estimar o ganho semanal de peso, dentre outros parâmetros zootécnicos.

Como realizar as biometrias

- Parte dos camarões amostrados durante a contagem deve ser colocada ao acaso em um balde contendo água do próprio viveiro de onde foram coletados. Pelo menos 30 camarões devem ser separados para isso;
- Separam-se visualmente os animais em três baldes menores e de peso previamente conhecido, de acordo com as classes de tamanho dos animais (camarões menores, médio e maiores) (Figura 83);
- Um a um, retira-se a água de cada balde com os camarões, conta-se o número de animais e pesa-se o balde juntamente com os camarões;
- Devolvem-se os camarões ao viveiro e registram-se os dados em planilhas físicas;
- Essas planilhas podem ser confeccionadas em folhas de papel, sendo devidamente identificados os dias e horários de coleta e os dados biométricos obtidos para cada viveiro. As planilhas devem ser preenchidas de maneira legível e guardadas para análises posteriores;
- Para evitar que as planilhas sejam danificadas se forem molhadas, pode-se anotar os dados a lápis em placas de PVC e depois transferi-los para planilhas em papel ou para planilhas eletrônicas.

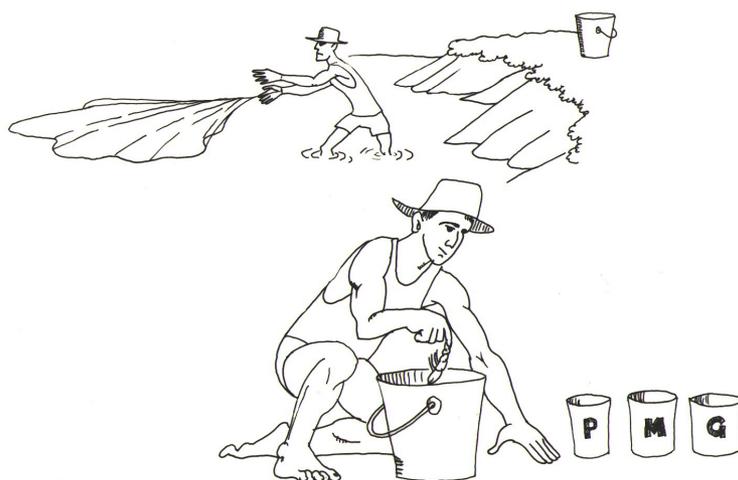


Figura 83. Contagens e biometrias fornecem a estimativa da biomassa, informação fundamental para o manejo durante o período de engorda.

Com estes dados em mãos, fica muito mais fácil comparar os dados obtidos nas contagens e biometrias com os demais dados registrados durante o cultivo (quantidade total de alimento fornecido, parâmetros de qualidade de água, etc.).

O resultado deste cruzamento de dados é a possibilidade de controlar tudo o que acontece nos viveiros, perceber quando surgem situações que podem levar a resultados negativos e intervir antes que se tornem irreversíveis.

As planilhas devem ser preenchidas de maneira organizada, para que os dados sejam facilmente consultados. No exemplo abaixo, a forma correta de inserir os dados nas planilhas e como cruzar os dados de arraçamento é descrita com mais detalhes.

Planilha de biometria - 1

Viveiro: 01 Povoamento: 04/09/16 Povoamento inicial: 600.000 PL

Data	Tempo de Cultivo (dias)	Peso Médio Pequenos (g)	Peso Médio Médio (g)	Peso Médio Grande (g)	Peso Médio População (g)	Número de Camarões	Biomassa do viveiro (kg)
	TC	PMP	PMM	PMG	PM	NC	$B = (NC \times PM) / 1.000$
12/12	70	10	11	12	11	450.000	4.950
19/12	77	11	12	13	12	445.000	5.340

Tempo de cultivo: no exemplo (Planilha - 1) foram colocados os dados de apenas duas semanas, por uma questão de espaço. Note que no exemplo dado, o cultivo já está em seu 70º dia e o peso médio dos camarões já está em quase 11 g. Em uma situação real, a planilha do viveiro 1 teria algo como 20 linhas, uma para cada semana de cultivo.

Peso médio dos camarões pequenos, médios e grandes (PMP, PMM, PMG): é o peso médio calculado para cada uma das três classes de camarões separadas nos baldes menores durante a biometria.

Exemplo: Numa determinada biometria, 50 camarões são coletados. Os animais são então separados nos três baldes menores. Quinze camarões acabam sendo classificados visualmente como pequenos, vinte como médios e outros quinze como grandes.

O peso do balde dos camarões pequenos (após descontar o peso do balde vazio) foi de 150 gramas, assim, o peso médio dos camarões pequenos é de 10 gramas ($150/15=10$). Os camarões médios pesam juntos 275 gramas, ou seja, 11 gramas, em média, por camarão ($220/20=11$). Os camarões grandes pesam juntos 180 gramas, ou seja, 12 gramas por camarão ($180/10=12$), em média.

Peso médio da população: é o peso médio dos camarões no viveiro naquele momento. Para se obter esse valor, basta somar o peso total dos camarões pequenos, médios e grandes e dividir pelo número total de camarões amostrados.

Exemplo: O peso médio da população é obtido pela soma dos pesos de cada classe e foi igual a 550 g ($150+220+180=550$). Como foram pesados 50 camarões, o peso médio dos camarões, naquele momento, foi de 11,0 g ($550/50$).

Biomassa presente no viveiro: a biomassa é o peso total dos camarões em um determinado viveiro, em um dado momento do cultivo. Obtém-se a biomassa multiplicando o número de camarões presentes no viveiro, pelo peso médio desses camarões e dividindo-se o valor obtido por 1.000 (porque o peso dos camarões é dado em gramas e a biomassa é dada em quilos).

Para preencher esta última coluna da planilha, é necessário ter em mãos os resultados da contagem feita anteriormente, por isso a contagem e a biometria precisam ser realizadas ao mesmo tempo. Aqui é possível também usar os dados das tabelas de estimativa de sobrevivência discutidos anteriormente.

No exemplo acima: consideremos que o cultivo está em seu 70º dia. A contagem apontou que existem cerca de 450.000 camarões no viveiro. O peso médio foi de 11,0 g. Então a biomassa é de 4.950 kg ($450.000 \times 11/1.000$).

Na semana seguinte, uma nova contagem e biometria mostra que houve uma pequena mortalidade e o número total de camarões caiu para 445.000. Já o peso médio dos camarões teve um incremento e atingiu 12 g, de maneira que a biomassa total no viveiro, apesar das perdas por morte, subiu para 5.340 kg.

Através do preenchimento de uma segunda planilha, é possível cruzar os dados de crescimento da biomassa dos camarões com o de consumo de ração para a obtenção de outros parâmetros que permitirão uma avaliação ainda mais ampla do cultivo.

Planilha de biometria – 2

Viveiro: 01 Densidade de Povoamento: 25 camarões/m² Povoamento inicial: 600.000 PL

Data do Povoamento: 04/10/15

Data	Peso Médio da Biometria Anterior (g)	Peso Médio nesta Biometria (g)	Ganho de Peso (g/cam)	Sobrevivência (%)	Biomassa na Biometria Anterior (kg)	Biomassa nesta Biometria (kg)	Ganho de Biomassa (kg)	Ração Fornecida no período (kg)	Taxa de Conversão Alimentar
	P1	P2	GP = P2-P1	SE	B1	B2	GB = B2-B1	R	TCA = R/GB
19/12	11	12	1	85	4.950	5.340	390	600	1,54:1

Ganho de peso no período: é a diferença entre o peso médio dos camarões da população em uma biometria, em relação à biometria anterior.

Sobrevivência: é o percentual de camarões que sobreviveram desde o início do cultivo. A taxa é estimada a partir das amostragens e do uso de tabelas de sobrevivência.

Ganho de biomassa: é a diferença entre a biomassa dos camarões da população em uma biometria, em relação à biometria anterior.

Ração fornecida no período: é o somatório da ração fornecida no período compreendido entre duas biometrias.

No exemplo anterior, eram fornecidos 87,5 kg de ração por dia. Em 7 dias foram fornecidos 600 kg de ração aos camarões.

Taxa de conversão alimentar (TCA): é uma relação entre a quantidade de ração fornecida e o ganho de biomassa no período. A TCA é um parâmetro muito importante para o produtor, pois define, em última análise, se o cultivo será lucrativo ou não.

No exemplo acima, foram fornecidos 600 kg de ração e se obteve um ganho de biomassa da ordem de 390 kg no período. Dividindo 600 por 390, obtém-se 1,54. Isso significa que cada 1,54 kg de ração fornecida possibilitou a produção de 1 kg de camarão naquele período. Diz-se então que a TCA, neste caso, foi de 1,54:1, ou simplesmente 1,54.

Quanto maior for essa relação, mais ração foi fornecida, portanto, mais dinheiro o produtor gastou para produzir cada quilo de camarão. Assim, quando a análise das planilhas de biometria e contagem apontam que a taxa de conversão alimentar está muito alta, é sinal da ocorrência de algum tipo de problema, pois isso significa que a eficiência dos camarões no aproveitamento da ração é baixa. Neste caso, é recomendado que se investigue as causas deste resultado, antes que o prejuízo comprometa a safra.

Estimando o número de camarões no viveiro

É possível produzir um quilo de camarão fornecendo aos animais menos de 1 kg de ração (por exemplo, 0,9 kg)?

Uma taxa de conversão alimentar menor que 1:1 é possível em função da presença de alimentos naturais no viveiro. Em um cultivo bem manejado, o consumo de detritos e de animais bentônicos pode fazer grande diferença na redução do consumo de ração.

Mas, além disso, há que se considerar que há um outro componente nessa relação: a água.

O corpo do camarão é composto por aproximadamente 75% de água e 25% de matéria seca⁴. Já a ração possui cerca de 10-12% de umidade e 88-90% de matéria seca.

Assim, considerando uma taxa de conversão alimentar de 0,9:1,0, sabemos que serão utilizados 1.350 kg de ração para produzir 1.500 kg de camarão ($1.500 \times 0,9 = 1.350$).

Mas se levarmos em conta que 1.500 kg de camarões apresentam, na realidade, 375 kg de matéria seca ($1.500 \times 0,25 = 375$) e que 1.350 kg de ração correspondem a 1.215 kg de matéria seca ($1.350 \times 0,9 = 1.215$), então...

Na verdade, utilizaremos 1.215 kg de matéria seca de ração para produzir cada 375 kg de matéria seca de camarões, ou seja, uma taxa de conversão alimentar real, em termos de matéria seca, seria de 3,2:1. Portanto, um valor perfeitamente possível e facilmente explicável.

9.7.3 Aspectos sanitários

Periodicamente também é recomendável que se colem amostras dos camarões cultivados para uma análise sanitária mais apurada. Monitorar a saúde do camarão é a melhor forma de se compreender como os animais estão respondendo às condições de cultivo.

Durante as amostragens e biometria, temos uma excelente oportunidade para examinar detalhadamente os camarões e avaliar se os mesmos apresentam algum tipo de problema ou se estão em ótimas condições de saúde¹³³. Reconhecer que os camarões estão apresentando alguma doença e, mais ainda, identificá-la, nem sempre são tarefas fáceis, principalmente se o problema ainda está em seus estágios iniciais. A eficiência dessa análise depende muito da experiência do técnico responsável pela fazenda. Para auxiliar na decisão sobre o que seria um sinal importante da ocorrência de eventual patologia, deve-se primeiramente conhecer um camarão plenamente saudável.

Dois tipos de alterações podem ser observadas: alterações macroscópicas e alterações microscópicas. As primeiras podem ser feitas a olho nu, enquanto as ou-

tras somente com auxílio de um microscópio. Muitas vezes, alterações patológicas provocadas por microrganismos levam ao surgimento de alterações macroscópicas, embora a confirmação do agente patológico, só possa ser feita, em vários casos, a partir de análises realizadas em laboratórios especializados.

Os seguintes sinais clínicos e suas causas mais frequentes devem ser observados ¹⁵⁷:

- **Camarões com dificuldade de completar a muda ou que apresentam a casca mole:** O problema pode estar relacionado ao pH ou à falta de um adequado balanceamento de aminoácidos na ração;
- **Ferimentos ou pontos necrosados (escuros) no exoesqueleto:** Podem ser causados pelo ataque de víbrios quitinolíticos. Essas bactérias são capazes de perfurar o exoesqueleto íntegro e causar lesões; dificuldades durante a muda (exemplo acima) podem estar incorrendo neste problema.
- **Erosões ou aglomeração de cromatóforos vermelhos nos urópodos:** são geralmente causadas por infecções bacterianas; certas viroses causam lesões deste tipo.
- **Erosões ou ferimentos nos apêndices:** É normal que um ou outro apêndice esteja danificado. Porém, se esta característica estiver presente em vários camarões de forma recorrente, pode ser sinal de uma infecção bacteriana;
- **Sujeira, necrose, presença de microrganismos ou de algas aderidos às brânquias:** Um camarão saudável possui condições de manter suas brânquias limpas. Brânquias escuras podem surgir em consequência do ataque de fungos e bactérias ou da deposição de detritos. Se as brânquias estiverem amareladas, podem estar sendo atacadas por protozoários, por algas ou estar havendo também a deposição de detritos. Se apresentarem coloração rósea pálida, os camarões podem estar sofrendo de falta de oxigênio ou sendo afetados por elevadas concentrações de amônia na água. Quase sempre, esses problemas acontecem quando as condições ambientais se tornam insatisfatórias;
- **Camarão com cheiro ou sabor de mofo:** Normalmente este tipo de problema está associado ao excesso de algas cianofíceas. Estas algas indicam excesso de matéria orgânica no fundo do viveiro;
- **Alteração de textura ou de coloração da musculatura:** Algumas infecções produzem lesões opacas na musculatura do camarão, que geralmente é uniformemente translúcida;
- **Alterações intestinais:** gregarinas são protozoários, mas agem de forma semelhante ao verme conhecido como “solitária”, que afeta os vertebrados. Elas enfraquecem o animal porque removem boa parte dos nutrientes da sua alimentação, fazendo com que a taxa de conversão alimentar aumente significativamente. A presença grande quantidade de gregarinas no intestino do camarão pode causar alterações são visíveis a olho nu, através do exoesqueleto. A confirmação pode ser feita no laboratório da própria fazenda, com auxílio de microscópio;

- **Alterações no hepatopâncreas:** O hepatopâncreas é o principal órgão do sistema digestório. Diversas enfermidades podem afetar o hepatopâncreas (doenças virais, por exemplo). Produtores ou técnicos mais experientes podem avaliar a aparência e o tamanho do órgão e desconfiar da presença dessas enfermidades. A confirmação, porém, somente é possível através de análise em laboratório especializado.

Além disso, o produtor deve adotar como prática um exame simples e conclusivo, que deve ser realizado a noite. Basta iluminar a água do viveiro com uma lanterna potente. Camarões normais se deslocam em direção à luz e costumam apresentar olhos vermelhos e brilhantes. Camarões enfermos demoram mais para se deslocar em direção à luz e costumam apresentar olhos mais opacos.

Através de algumas análises um pouco mais apuradas, mas que podem ser realizadas na própria fazenda por um técnico qualificado (desde que possua um laboratório simples, como recomendado), podem-se gerar dados que ajudarão o técnico a manejar melhor os viveiros (Tabela 38).

Tais resultados permitirão conhecer o estado de saúde dos camarões, principalmente, em relação à vibrioses, gregarinas, NHP e organismos epicomensais, além de atestar o seu estado nutricional através da determinação dos níveis de lipídeos presentes no hepatopâncreas e de determinar a presença e as características do alimento presente no intestino ¹⁵².

Tabela 38. Análises laboratoriais de rotina da sanidade dos camarões cultivados a serem realizadas na própria fazenda ¹⁵².

Método	Estrutura analisada	Observações
Montagem úmida das brânquias	Lamelas branquiais	Lamelas branquiais; necroses; melanoses; oxidação; epicomensais; e detritos.
Esfregaço do hepatopâncreas	Hepatopâncreas	Baixa densidade de lipídeos; necroses; NHP; melanoses e bactérias.
Caracterização do intestino	Trato gastrointestinal	Deficiência alimentar; gregarinas; intestino inflamado e coloração atípica.
Tempo de coagulação da hemolinfa	Hemolinfa	Vibrioses
Exame do exoesqueleto e da pigmentação	Cutículas; cromatóforos; calda e cefalotórax.	Necroses; lesões; antena enrugada e vibrioses; estresse e bactérias

9.8 Despesca

As maiores vantagens que o camarão cultivado apresenta em relação ao capturado na natureza residem na possibilidade do produtor controlar o tamanho, a uniformidade dos camarões comercializados, seu frescor e sua qualidade. Por isso, para não correr o risco de perder estas vantagens justamente no fim do processo produtivo, a despesca deve receber a mesma atenção dispensada às fases anteriores de cultivo.

9.8.1 Tamanho dos camarões ao abate

Uma das importantes características da carcinicultura é a brevidade do seu ciclo de produção. A questão do peso final desejável que os camarões atingirão na despesca depende principalmente das demandas de mercado. Em geral, quanto maior for o tamanho do camarão no momento do abate, maior será o seu valor de comercialização. Por outro lado, quanto mais curto for o ciclo de produção, menores serão os riscos dos carcinicultores e maior será o giro do seu capital.

Comparando uma estratégia com outra, fica demonstrado que camarões menores têm maior valor relativo (valor pago ao produtor por grama de peso médio do animal). Na Figura 84 observa-se que um camarão de 20 g pode ser vendido por cerca de US 10,00/kg ou o equivalente a US\$ 0,50/g de peso médio do animal. Já um camarão de 5 g será comercializado por cerca de US\$ 4,30/kg ou US\$ 0,88/g de peso médio do animal. Portanto, pode não ser vantajoso economicamente para o produtor tentar produzir camarões de maior tamanho.

Porém, estas relações podem mudar com o passar do tempo, dependendo da variação dos custos de produção e da preferência do consumidor. Mais uma vez, o estudo de mercado e o controle dos custos e receitas da fazenda serão essenciais para ajudar o produtor na tomada de decisão.

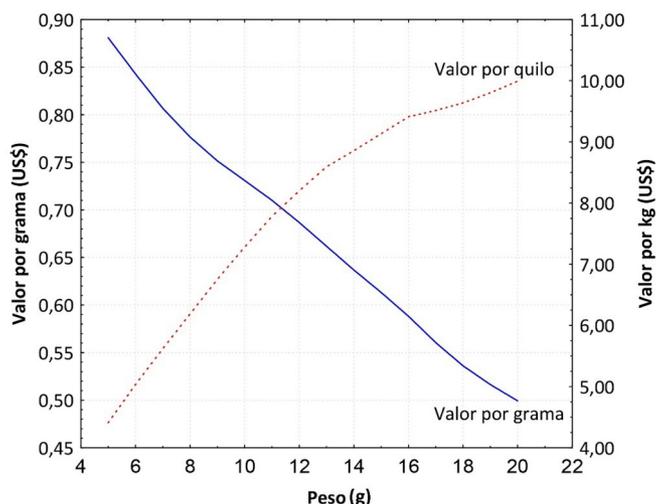


Figura 84. Relação entre o peso de comercialização do camarão e o valor recebido pelo produtor por grama de peso dos animais abatidos e por quilo de produto comercializado.

9.8.2 Procedimentos preliminares

A despesca é um procedimento estratégico, diferente de quase tudo o que foi discutido aqui para as etapas anteriores do cultivo. Mas, da mesma forma, deve ser planejada com antecedência. Três providências devem ser tomadas antes que os camarões sejam efetivamente despescados: a) promover uma criteriosa a biometria nos camarões do viveiro a ser despescado; b) adquirir gelo; c) iniciar a redução do nível do viveiro.

9.8.2.1 Biometria

Em data anterior à estabelecida para a despesca, o produtor deve fazer uma biometria cuidadosa. Avaliar o peso e a uniformidade do lote a ser despescado é fundamental para a comercialização. A biometria é necessária também para se avaliar os estágios de muda dos camarões. O mercado não aceita bem lotes onde a maior parte dos camarões esteja com a casca mole (em fase de pós-muda). Por isso, é importante avaliar qual é a porcentagem de camarões com a casca mole nos dias que antecedem a despesca. A despesca só deverá ser feita se menos de 7% dos camarões estiverem nessa fase do ciclo de muda.

9.8.2.2 Aquisição do gelo

Além de confirmar a classificação de tamanho dos camarões e verificar o estágio de muda, a biometria serve para calcular a quantidade de gelo que será necessária para o transporte dos animais. O volume de gelo dependerá muito do tempo de transporte da fazenda até a unidade processadora ou ao mercado final, no caso da venda de camarão inteiro resfriado. Em geral, utiliza-se para o abate e acondicionamento dos animais, de 2 a 3 kg de gelo para cada quilo de camarão a ser abatido e acondicionado. No entanto, como o gelo será adquirido com antecedência, é necessário sempre adquirir uma maior quantidade que aquela que efetivamente será necessária. Além disso, deve-se considerar que o gelo não será usado apenas para conservar os camarões após a despesca, mas também será usado para abater os animais despescados. Por isso, a despesca não deve ocorrer enquanto o gelo não tiver chegado à fazenda.

9.8.2.3 Redução do nível de água do viveiro

Este procedimento precisa começar com um ou, preferencialmente, dois dias de antecedência em relação à despesca. Mesmo que o viveiro possa ser drenado em menos tempo, essa “demora” em esvaziá-lo pode ser útil. Grande parte dos camarões, sentindo a redução do nível de água no viveiro, tende a realizar a muda. Assim, o tempo sugerido serve para que os animais que sofreram a muda tenham tempo hábil de endurecer completamente o novo exoesqueleto.

Deve-se também suspender o arraçoamento para esvaziar o sistema digestório dos camarões e evitar a deterioração da qualidade da água.

A redução do nível de água dos viveiros deve ser realizada com cuidado extremo para evitar a ressuspensão da matéria orgânica do fundo. Ao mesmo tempo, o monitoramento das concentrações de OD deve ser constante.

A ressuspensão do sedimento levaria conseqüentemente a uma redução drástica das concentrações de oxigênio dissolvido na água. Neste caso, os aeradores não poderiam ser acionados porque, com pouca água no viveiro, haveria o risco dos aeradores provocarem uma ressuspensão ainda maior dos sedimentos. Se forem verificadas quedas acentuadas a concentração de OD, a melhor solução seria abrir parcialmente as comportas para permitir a entrada de água nova no viveiro, enquanto se acelera o ritmo de despesca.

Outro problema resultante do nível de água mais baixo é ação de predadores, como garças ou outros tipos de aves, pois, como os camarões ficam concentrados em uma pequena porção do viveiro e o nível de água é de apenas alguns centímetros, esses predadores podem causar grandes perdas para os produtores. A recomendação para controle das aves é o uso de fogos de artifício, cães treinados ou qualquer outro método não letal de afastamento, já recomendado anteriormente.

9.8.3 A retirada dos camarões do viveiro

Quando nível de água no viveiro for inferior a 30%, a despesca poderá começar de fato. A maior parte do camarão presente em um viveiro só começa a se deslocar em direção à comporta de saída quando a maior parte da água já tiver sido drenada. Esta é uma das razões para que o viveiro comece a ser drenado um a dois antes da despesca. Caso a operação de despesca seja interrompida, os camarões podem se enterrar na lama. Para reverter esta situação e reiniciar o processo de despesca, é necessário aumentar o fluxo de saída de água ¹⁰.

Com a redução dos níveis de água existe também o risco de expor o camarão ao Sol. Quanto mais tempo os camarões ficarem expostos ao Sol, maior será a porcentagem de animais que apresentarão manchas pretas no seu corpo. Essas manchas são um sinal da deterioração do produto, comprometendo a sua qualidade para a comercialização e para o consumo.

Por isso, a despesca do camarão cultivado deve ser feita preferencialmente durante os horários menos quentes do dia ou mesmo à noite, o que reduz os efeitos indesejáveis do calor. Uma vantagem a mais de se realizar a despesca à noite é a possibilidade do uso de luz halogênica ou mesmo de lâmpões ou de outras fontes de luz junto a essa rede de despesca. Este artifício costuma aumentar a eficiência da despesca, já que os camarões tendem a se deslocar em direção à luz (pois apresentam fototaxia positiva).

Periodicamente, a quantidade de camarões coletados na rede deve ser checada e os animais transferidos para tanques com gelo para o abate (Figura 85). A baixa temperatura reduz quase que imediatamente seu metabolismo e em pouco tempo cessa seus sinais vitais. Dessa forma, a morte acontece em função do choque térmico, e não por asfixia ou esmagamento, como acontece com o camarão proveniente da pesca tradicional.

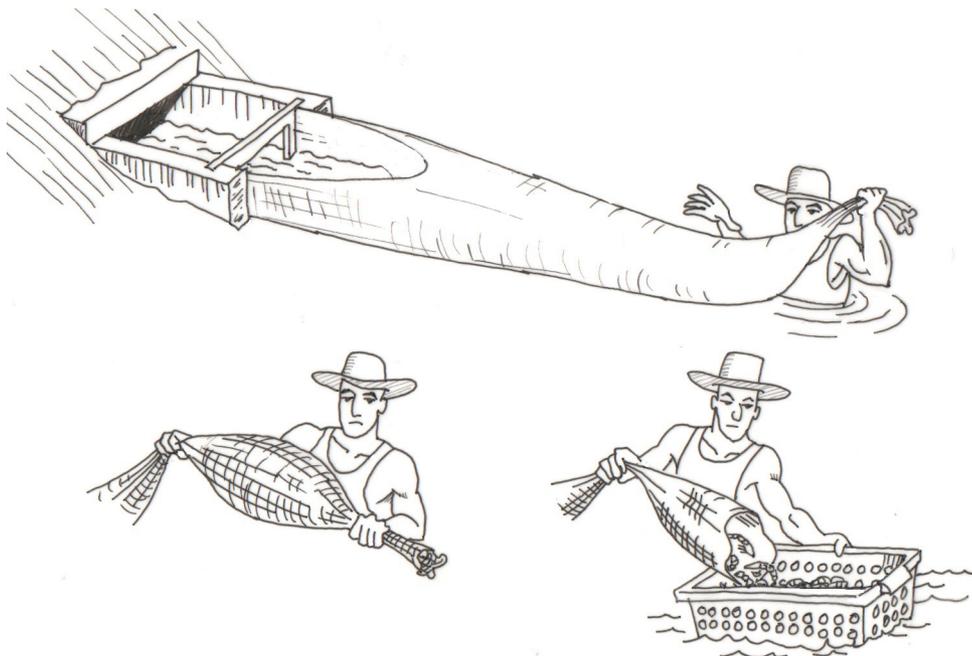


Figura 85. Procedimento de coleta dos camarões.

É fundamental que o viveiro drene completamente, sem o surgimento de depressões ou poças d'água, onde os camarões possam ficar retidos. Porém, especialmente em viveiros muito grandes, a retenção de quantidades significativas de camarão quase sempre é a norma e não uma exceção.

Nestes casos, recomenda-se que, à medida que o fundo do viveiro vá secando, uma equipe de trabalhadores comece a coletar aqueles camarões que ficaram enterrados no sedimento. Esses camarões devem ser lavados, para remoção do excesso de lodo e bactérias, antes de serem misturados aos demais. O problema é que, com isso, costuma haver um acúmulo de trabalho para as equipes de despesca no final dos trabalhos e risco de perda de qualidade do produto.

Além disso, o pisoteio da equipe levanta o sedimento orgânico do fundo dos viveiros, fazendo com que a água que é drenada para fora do viveiro carregue grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes, aumentando significativamente o potencial de poluição ambiental.

Como um comentário paralelo, analisando-se esta informação, percebe-se a importância de uma fazenda bem construída. É durante as despescas que um viveiro mostra se foi bem projetado ou não. Viveiros com boa capacidade de drenagem produzirão efluentes relativamente menos carregados de sedimento, nutrientes e matéria orgânica durante as despescas, o que ajuda na redução das áreas de decantação necessárias e do tempo de residência da água da despesca na piscina de decantação.

Cuidados a serem observados durante a despesca dos camarões

- **Biometria:** Antes da despesca é importante realizar a biometria, não apenas para estimar o peso dos camarões, mas também para avaliação das condições gerais dos indivíduos, principalmente o estágio de muda (pois camarões com casca mole tendem a perder valor de mercado) e a ocorrência de necroses.
- **Arraçoamento:** Deve ser interrompido dois dias antes da despesca. Animais com muito alimento no trato digestório estão sujeitos a uma maior ação das próprias enzimas digestivas. Eles sofrerão um escurecimento mais rápido da carapaça e perderão valor de mercado.
- **Preparação:** As estruturas de cultivo (comportas e monges) devem ser revisadas e limpas antes da despesca, removendo-se cracas, ostras e qualquer outro organismo ou obstáculo que possa ocasionar danos às redes, provocando o escape de animais ou acidentes de trabalho.
- **Esvaziamento do viveiro:** Se o viveiro for esvaziado muito lentamente pode haver redução acentuada das concentrações de oxigênio dissolvido, provocando a morte dos animais. Se for esvaziado muito rapidamente, o intenso fluxo de água pode induzir os animais à muda, prejudicando seu valor de mercado. O ideal é que o esvaziamento comece a ocorrer dois dias antes da despesca.
- **Horário:** Deve-se realizar a despesca preferencialmente durante a noite. Os camarões são animais noturnos e durante o dia, principalmente em altas temperaturas, podem ser enterrar na lama, diminuindo a eficiência da despesca e aumentando o tempo para que ela ocorra.
- **Despesca:** A despesca, propriamente dita, deve começar quando o viveiro apresentar menos de 1/3 do seu volume.
- **Despesas parciais:** É possível fazer a despesca parcial dos viveiros. Mas, nesses casos, é necessário monitorar as concentrações de oxigênio dissolvido e a temperatura da água. Se os valores chegarem a níveis críticos, deve-se repor parcialmente o volume de água do viveiro.

9.8.4 Armazenamento dos camarões despescados

O camarão é um dos alimentos proteicos mais susceptíveis à deterioração. Essa alta perecibilidade ocorre em função da rápida autólise causada pelas suas próprias enzimas digestivas e pela reação menos ácida de suas carnes, que favorecem o

crescimento microbiano. Como a região do cefalotórax é rica em enzimas digestivas, com a morte do animal, essas enzimas extravasam e iniciam um processo de escurecimento do cefalotórax, que termina com seu desprendimento do abdômen (ou seja, o camarão começa a “perder a cabeça”). Microrganismos da flora natural do sistema digestivo invadem o músculo e iniciam a decomposição do organismo.

O termo “black spot” se refere à ocorrência de uma reação química natural de descoloração do camarão e ao surgimento de manchas negras. Isto acontece em função da oxidação de compostos fenólicos, através de reações enzimáticas na presença de oxigênio molecular.

Uma técnica comum para reduzir a proliferação bacteriana e evitar o “black spot” (melanose) consiste na imersão dos camarões em uma solução de metabissulfito de sódio. Este tratamento garante uma melhor qualidade da carne e uma melhor conservação do produto, aumentando o tempo de prateleira ¹⁵⁸. O metabissulfito de sódio é adicionado no tanque de abate, com água e gelo.

Existe uma polêmica em torno do uso do metabissulfito de sódio, que aponta diversos malefícios para a saúde humana advindas do consumo de camarão com resíduos do produto e ainda tenta associá-lo inexoravelmente à carcinicultura. Porém, é importante ressaltar que seu uso é perfeitamente legal, desde que concentração final na carne não exceda 50 mg/kg ¹⁵⁹. Seus efeitos tóxicos são reais, porém diretamente relacionados ao uso abusivo do produto ou a sua manipulação sem adoção das boas práticas e uso de equipamentos de proteção individual pelos trabalhadores. O metabissulfito de sódio é usado como antioxidante pela indústria alimentícia para uma infinidade de produtos e não somente o camarão cultivado e o proveniente da pesca.

O uso do metabissulfito e outras técnicas de redução da melanose são abordados com mais detalhes no Capítulo 11 do Volume 1.

Após o abate os camarões devem ser pesados e transferidos para caixas isotérmicas (Figura 86). Não utilizar caixas de isopor, pois este material retém resíduos que contaminam o alimento. Deve-se preferencialmente colocar uma camada de gelo no fundo da caixa (10 cm) e outra (10-15 cm) sobre os camarões. A relação camarão:-gelo recomendada é de 1:3.

O preço do gelo tem importante impacto na lucratividade e deve ser cuidadosamente avaliado. Por exemplo, como o fator mais importante é a manutenção da temperatura do produto em cerca de 3 a 5°C, a quantidade de gelo utilizada no transporte dos animais vai depender muito mais do tempo total de transporte até o destino. Se o tempo de transporte for relativamente reduzido (no máximo 8-10 horas), pode-se utilizar uma quantidade menor, na proporção de até 20-25% de gelo e 75-85% de camarão nas caixas de transporte, barateando o transporte.

Depois da colocação do camarão e o gelo, as caixas devem ser agrupadas para o

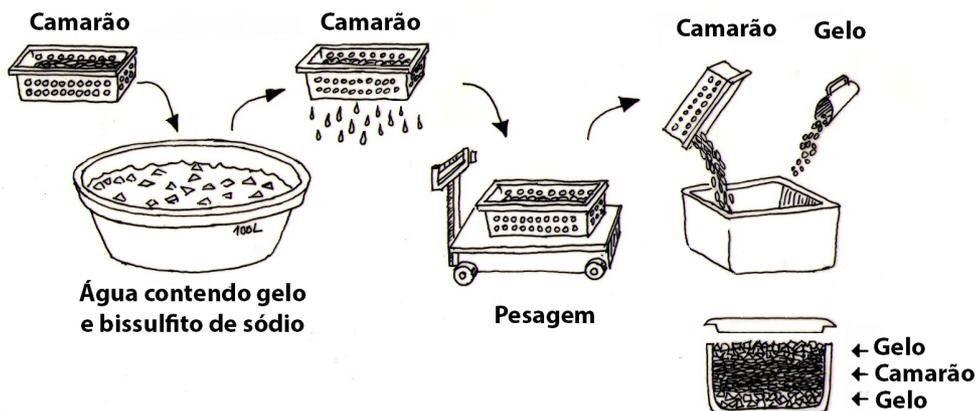


Figura 86. Sequência de abate, pesagem e armazenamento do camarão despesado.

Recomenda-se a retirada de uma pequena amostra de camarões de várias das caixas após a despesca (até completar 2-3 kg de amostra), para que sejam pesados individualmente. Essa pesagem irá indicar o peso médio dos camarões no momento da despesca. Quanto mais camarões forem pesados, mais representativa será a amostra e mais subsídios o produtor terá para negociar o preço final do lote.

Existe uma classificação internacionalmente reconhecida para classificar os camarões por tamanho e peso, estabelecendo diferentes categorias, conforme demonstrado na Tabela 39. No entanto, neste caso, o que se estabelece é o número de peças por libra e não por quilograma. O termo U/10 se refere a “under 10”, ou seja, um camarão tão robusto que com menos de 10 unidades já se atinge o peso somado de uma libra (454 g). Por outro lado, a categoria 61/70 refere aos menores tamanhos comercializados.

Tabela 39. Exemplo de classificação dos camarões de acordo com o peso ¹⁶⁰.

Peso médio (g)	Classificação (peças/Lb)
50,4	U/10
37,8	11-15
26,7	16-20
20,6	21-25
16,8	26-30
14,2	31-35
12,3	36-40
10,8	41-45
9,7	46-50
8,7	51-55

Peso médio (g)	Classificação (peças/Lb)
8,0	56-60
7,3	61-65
6,8	66-70

9.8.5 Despesca mecânica

Os sistemas de despesca mecânica são indicados para fazendas que produzem grandes volumes de uma só vez e vêm sendo desenvolvidos com objetivo de agilizar a despesca, diminuir a mão de obra empregada, garantir uma maior qualidade do produto, que pode ser congelado poucos minutos após a despesca. Existem dois tipos principais de sistemas de despesca mecânica:

- 1) **O sistema de rosca-sem-fim:** dentro um longo tubo inclinado, um eixo aciona uma peça helicoidal que carrega para cima parte da água juntamente com o camarão. Este volume recai sobre uma grade que separa o camarão da água.
- 2) **Sistema de bombas:** bombas impulsoras rebaixadas requerem motores maiores, para movimentar os camarões juntamente com uma parte da água. Os camarões são concentrados em uma gaiola tipo funil, conectada a uma bomba, submersível ou não, que cria uma corrente de água, movendo os camarões até uma torre de deságue, posicionada no topo do dique do viveiro. Na torre, os camarões, vivos e limpos, caem em grades angulares, onde são separados da água e ficam prontos para o resfriamento.

9.9 Manejo dos viveiros pós-despesca

O preparo dos viveiros para um novo ciclo de produção deve envolver um cuidadoso trabalho de recuperação da sua capacidade produtiva. No entanto, não raro essa é uma prática muito negligenciada nas fazendas por duas razões: ela reduz o período de operação, o que limita a quantidade de ciclos anuais de produção e, consequentemente, a entrada de capital; e, ela requer investimentos, o que eleva despesas.

Assim, muitas fazendas procrastinam essa “parada técnica”, realizando ciclos sucessivos de cultivo sem interrupção... até que os problemas apareçam. E eles costumam aparecer! A questão é que, quando finalmente surgem, os problemas tendem a ser de difícil solução.

Por exemplo, a matéria orgânica pode ser oxidada e mineralizada pelas bactérias presentes nos viveiros, desde que a camada de sedimentos não seja muito espessa. Tipicamente o fundo de um viveiro pode receber entre 1 a 2 cm de sedimento adicional por ano ⁸⁵.

Quando várias camadas sedimentares de ciclos sucessivos de produção são depositadas umas sobre as outras, a profundidade da camada orgânica no viveiro pode ser tão espessa que as bactérias aeróbias não conseguem mais processá-la eficientemente. As técnicas de oxidação da matéria orgânica residual tornam-se menos

eficientes à medida que a camada orgânica no fundo aumenta e podem se tornar verdadeiramente problemáticas a partir de 5-7 cm.

Em casos extremos, a solução passa a ser a retirada dessa camada com um trator de esteira. O problema neste caso, além dos custos mais elevados, passa a ser o que fazer com esse material retirado do viveiro, já que, embora orgânico e potencialmente utilizável como fertilizante, contém sal, o que inviabiliza seu uso na agropecuária.

Existem casos em que o acúmulo de matéria orgânica no fundo do viveiro pode chegar a tal ponto que a sua própria remoção se torna inviável técnica ou economicamente. Por esta razão, os procedimentos de manejo do viveiro entre as diferentes safras são uma parte fundamental do processo que garantirá a sustentabilidade ambiental e econômica da fazenda em um longo prazo.

9.9.1 Esvaziamento do viveiro

Quando se encerra um cultivo, o viveiro deve ser esvaziado. Com isso, o solo, acaba sendo exposto ao ar, aumentando a quantidade de oxigênio disponível para que as bactérias presentes no fundo promovam a decomposição da matéria orgânica residual. No entanto, as bactérias precisam de um mínimo de umidade para realizar esse trabalho de mineralização da matéria orgânica. Os microrganismos presentes no solo não conseguem se desenvolver bem na ausência de água. Por isso, é recomendável manter o solo úmido durante o processo de degradação da matéria orgânica residual.

Úmido, mas não encharcado. A atividade bacteriana depende da espessura do filme d'água existente no solo. A umidade mínima do solo deve variar entre 10-20%, em viveiros com solo arenoso e entre 30-40%, em viveiros com solo argiloso ⁷⁵.

Com a decomposição da matéria orgânica depositada, a respiração do solo aumenta muito nos primeiros três dias após o viveiro ser esvaziado. No entanto, na medida em que o fundo seca, a taxa de decomposição passa a decrescer.

Em casos de intensa insolação, o fundo pode secar muito rapidamente, não permitindo a completa ação bacteriana. Nestes casos é possível abrir as comportas de entrada novamente para voltar a umedecer o solo por um período maior.

9.9.2 Oxidação da matéria orgânica residual

A matéria orgânica deposita-se continuamente no solo durante todo o ciclo de cultivo de camarões. Como geralmente não é totalmente oxidada durante o cultivo, uma quantidade variável de matéria residual permanecerá no fundo do viveiro mesmo após a despesca. Se não for mineralizada entre um cultivo e outro, assim que for reiniciada a produção, o processo de oxidação também reinicia e passa consumir oxigênio, que poderá fazer muita falta para os camarões, especialmente logo após o povoamento com as PL's.

Mas se, ao contrário, for permitido um período de parada entre os cultivos que possibilite a mineralização desta matéria orgânica, o solo permanecerá oxigenado e passará a contar com boas quantidades de nutrientes mineralizados, que serão muito úteis no próximo ciclo.

O processo de oxidação da matéria orgânica não somente consome o oxigênio do solo, mas também reduz seu pH. Por isso, durante o tratamento, é altamente recomendável o gradeamento do solo superficial e a adição de calcário. Com isso, a aplicação sequencial de nitrogênio, de calcário seguido de aragem permite a manutenção das condições ótimas para processo de mineralização da carga orgânica residual.

Os procedimentos de preparo dos viveiros entre ciclos sucessivos de produção são fundamentalmente os mesmos adotados quando do preparo inicial (vide item Preparação dos viveiros).

9.9.3 Desinfecção do viveiro

9.9.3.1.1 Secagem e exposição ao Sol

Após o processo de oxidação da matéria orgânica, é recomendável que o fundo dos viveiros seja desinfetado, para eliminar organismos ou microrganismos indesejáveis que possam vir a prejudicar o andamento do cultivo que será iniciado.

O Sol é a melhor e mais barata forma de desinfetar o viveiro. A secagem do viveiro elimina ovos e formas jovens de peixes, siris e outros predadores dos camarões, que podem até sobreviver no solo úmido, mas nunca no solo completamente seco.

O viveiro é deixado secar por cerca de 5 a 7 dias de exposição ao Sol. Com isso, surgirão rachaduras de cerca de 5 cm por todo o fundo do viveiro e isso ajudará a oxigenação das camadas mais profundas desse horizonte superficial do solo. Um critério para definir se o viveiro foi exposto ao Sol por tempo suficiente é avaliar se é possível poder caminhar por todo o viveiro sem que o pé afunde na lama (Figura 87).

No entanto, o objetivo, neste caso não é esterilizar completamente o solo, pois isso afetaria também as bactérias que ajudam a mineralizar a matéria orgânica.



Figura 87. O surgimento de rachaduras indica que o tempo de exposição ao Sol foi adequado. Na figura, os técnicos monitoram o potencial redox da camada superficial do fundo do viveiro usando um pHmetro portátil para solos.

9.9.3.1.2 Tratamento de poças d'água e de pontos de estagnação de água

Muitas vezes, pode ser muito difícil secar completamente o fundo ou as laterais do viveiro. Isso pode ocorrer tanto em épocas de muita chuva, como também em função imperfeições do viveiro. Nesse caso, pode ser necessária a desinfecção química.

O óxido de cálcio (CaO ou cal virgem) ou hidróxido de cálcio (Ca(OH))₂ ou cal hidratada, em contato com a água, aumentam muito rapidamente o pH da água provocando a morte dos organismos aquáticos que estiverem presentes no ambiente. A cal virgem, em contato com água, ainda libera calor, aumentando ainda mais esse efeito desinfetante.

Esta característica pode ser usada para a desinfecção de determinadas áreas do fundo dos viveiros. A quantidade recomendada de cal para eliminação dos organismos indesejados, durante a preparação do viveiro, é de 2 t/ha ⁸⁸.

9.9.3.1.3 Uso de cloro

Quando problemas infecciosos muito sérios surgem em uma determinada região, existem situações em que se recomenda uma desinfecção mais radical do fundo do viveiro entre um cultivo e outro. Apesar de ser tecnicamente impossível esterilizar um viveiro de cultivo de camarões, o que se procura, na verdade, é a máxima redução da concentração de microrganismos em sua superfície. Nessas situações críticas, a sobrevivência da biota bacteriana do fundo do viveiro pode até ficar em segundo plano.

O cloro é um produto frequentemente usado na carcinicultura para este fim. Por ser bastante tóxico, hidrossolúvel e volátil, seu uso deve se restringir à fase de preparação do viveiro, jamais com os viveiros já povoados, pois isso poderia provocar a morte dos camarões cultivados.

O cloro pode ser aplicado em diferentes formas químicas. As mais utilizadas para desinfecção na aquicultura são o hipoclorito de sódio (NaOCl) ou o hipoclorito de cálcio Ca(OCl)₂. Para tratamento de viveiros, a forma mais comum de uso do cloro é o hipoclorito de cálcio (HTH, que possui 65% cloro ativo). O produto pode ser dissolvido na água ou espalhado diretamente sobre áreas-alvo, em uma proporção de 180 kg/ha ⁸⁵.

As formas desinfetantes de cloro são bastante tóxicas para os seres humanos. É recomendado que o produto só seja manipulado com auxílio de EPI adequado (macacão, botas, luvas e máscara, etc.). Ao reagir com a água, tanto o hipoclorito de cálcio quanto o de sódio se dissociam para formar ácido hipocloroso (HOCl), que tem um poder desinfetante cerca de 100 vezes maior do que o hipoclorito, uma vez que é capaz de penetrar diretamente na parede celular das bactérias.

O poder desinfetante do cloro também depende do pH. Por isso, a aplicação de cloro juntamente a substâncias que reduzam o pH da água ou do solo irá tornar o produto muito mais tóxico para os microrganismos presentes no viveiro. Assim, para aumentar a eficiência do tratamento, é possível dissolver o hipoclorito de cálcio em água acidificada com ácido muriático (clorídrico).

As formas reativas de cloro são capazes de oxidar a matéria orgânica, nitrito, íons ferrosos e sulfetos. Entretanto, justamente por participar de uma série de reações químicas, o seu poder desinfetante vai diminuindo rapidamente com o passar do tempo. Além da evaporação do gás cloro, a luz solar também provê energia para que as formas reativas sejam reduzidas a cloreto, assim, com a exposição ao Sol, sua eficiência como desinfetante cai rapidamente, mas, por outro lado, o risco ambiental pelo seu uso também.

A efetividade do cloro é reduzida tanto pela presença de matéria orgânica no ambiente, quanto pela turbidez da água. Além disso, na presença de amônia na água, a reação com o cloro leva à formação de cloraminas, que são formas tóxicas e muito estáveis no ambiente. Após o tratamento com cloro, a redução do pH deve ser corrigida com a adição de calcário e o gradeamento do solo superficial.

Além do cloro, outros produtos químicos podem ser utilizados como desinfetantes em viveiros de cultivo de camarões marinhos (Tabela 40).

Tabela 40. Produtos químicos mais utilizados para desinfecção de viveiros de cultivo de camarões marinhos e dosagens recomendadas.

Desinfetante	Dosagem (g/m ²)
Hipoclorito de sódio (5,25%)	100-300
Hipoclorito de cálcio	10-30
Óxido de cálcio	1.000-1.500 kg/ha
Hidróxido de cálcio	1.000-1.500 kg/ha
Formalina	5-10
Cloreto de benzalcônio (BKC)	1-1,5
Iodo	1-5
Saponina (7%)	1-25

9.9.4 Tratamento de viveiros com solos sulfáticos

Como já foi discutido anteriormente, viveiros construídos em solos com alta concentração de enxofre elementar (solos sulfurosos-ácidos ou tiomórficos) não podem ser expostos ao ar por longos períodos de tempo em função da formação de composto ácidos.

Por esta razão, o manejo da entressafra de viveiros construídos em terrenos com este tipo de solo difere ligeiramente do convencional. Durante a despesca, deve-se esvaziar o viveiro para a coleta dos camarões, mas deve-se reintroduzir uma pequena quantidade de água, o suficiente para cobrir o fundo, não o deixando exposto diretamente exposto ao ar.

Em seguida, recomenda-se a aplicação de calcário nas quantidades estipuladas na Tabela 14, distribuindo-o também sobre os taludes e sobre as cristas do viveiro.

Após realizar esse procedimento, o viveiro poderá ser normalmente fertilizado para o novo ciclo.

9.9.5 Eliminação de macrófitas dos viveiros

Macrófitas nada mais são que vegetais multicelulares (lembrando que o fitoplâncton é composto por organismos unicelulares).

Problemas causados por macrófitas em viveiros de cultivo de camarões

- Diminuem a penetração de luz, impedindo o desenvolvimento do fitoplâncton;
- Consomem os nutrientes necessários ao desenvolvimento do fitoplâncton;
- Consomem o oxigênio dissolvido na água;
- Dificultam o manejo dos viveiros;
- Servem de abrigo para competidores e predadores dos camarões;
- Dificultam a despesca.

O controle de macrófitas pode ser feito por meio mecânico (capina manual mecânica) ou químico (com uso de herbicidas).

9.9.6 Reinício do ciclo de produção

Ao fim do período de manejo dos viveiros na pós-despesca, se todos os procedimentos tiverem sido seguidos, o que se espera é que o solo esteja oxigenado e que apresente quantidades adequadas de matéria orgânica e de nutrientes, de maneira que o novo ciclo possa ser ainda melhor e mais produtivo que o anterior.

Ainda assim, esse novo ciclo, na verdade, não se inicia com o final do anterior, mas antes. Em uma fazenda comercial, há geralmente diversos viveiros sendo cultivados ao mesmo tempo, no entanto, cada um pode ter sido povoado em momento diferente, de forma que enquanto alguns viveiros estão sendo despescados, outros já estão sendo novamente povoados. Ou seja, em uma fazenda de cultivo de camarões as atividades são contínuas e simultâneas.

Por esta razão, planejamento, controle de todos os processos, redução de desperdícios, uso racional dos recursos naturais e uma equipe competente, bem treinada e sempre motivada, são fatores absolutamente essenciais para o sucesso do empreendimento.

Na Tabela 41, estão sumarizadas as ações de manejo recomendadas durante os cultivos e entre aos ciclos de produção.

Tabela 41. Sumário de práticas de manejo do solo dos viveiros.

Objetivo	Ação
1) Manutenção da alcalinidade total.	Aplicar calcário na água dos viveiros quando a alcalinidade cair abaixo de 80 de 90 mg/L.
2) Manutenção da produtividade dentro dos níveis adequados.	Monitorar a transparência dos viveiros e realizar fertilizações de manutenção.
3) Monitoramento diário das concentrações de oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, transparência e pH.	Manter um programa de monitoramento diário de variáveis mais críticas de qualidade da água, permitindo que sejam tomadas medidas emergenciais em tempo de evitar a mortalidade do camarão.
4) Utilização adequada de aeradores.	Instalar aeradores na quantidade e disposição adequadas para manter o OD e evitar erosão do fundo e ressuspensão de sedimento.
5) Monitoramento semanal das demais variáveis ambientais no viveiro.	Manter um programa de monitoramento diário de variáveis mais críticas, como o oxigênio, por exemplo, permitindo que sejam tomadas medidas emergenciais em tempo de evitar a mortalidade do camarão.
6) Manutenção do arraçamento em níveis adequados em relação às densidades de camarão cultivadas.	Manter um programa de monitoramento semanal do número de camarões e do seu peso médio em cada viveiro.
Manejo entre dois ciclos de produção	
1) Despesca.	Drenar os viveiros e promover a coleta dos camarões.
2) Mineralização da matéria orgânica.	Exposição do fundo do viveiro ao ar.
	Manter o solo úmido para permitir ação bacteriana.
	Realizar o gradeamento do fundo para aerar o solo e incorporar os corretivos aplicados.
	Aplicar fontes de nitrogênio para ajustar a relação C:N.
	Elevar o pH do solo através da aplicação de calcário.

Objetivo	Ação
Manejo entre dois ciclos de produção	
3) Secagem do viveiro.	Deixar secar o fundo do viveiro ao Sol por uma a duas semanas.
4) Desinfecção do solo.	Tratar as poças remanescentes com cal virgem, cal hidratada ou hipoclorito de cálcio.
5) Remoção do sedimento.	Remover o sedimento de áreas profundas demais para secar ao sol.
6) Correção do pH do solo.	Medir o pH do solo.
	Corrigir o pH do solo através da aplicação de calcário agrícola se o pH for menor que 7,5.
7) Aumento da concentração de matéria orgânica do solo (se necessário).	Aplicar esterco, torta de soja ou outro material orgânico (se necessário).
8) Início do enchimento dos viveiros.	Intercalar o enchimento do viveiro com fertilizações químicas ou orgânicas.
9) Estímulo à produção de alimentos naturais.	Aplicar fertilizantes, químicos ou orgânicos, para estimular a produção de fitoplâncton.
	Aplicar fertilizantes orgânicos para estimular a fauna bentônica.
10) Povoamento dos viveiros.	Povoar com pós-larvas saudáveis e em densidades adequadas.

9.10 Referências bibliográficas

- 1 GUNALAN, B. et al. Nutritive value of cultured white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, v. 5, n. 7, p. 166-171, 2013. ISSN 2006-9839.
- 2 BOYD, C. E.; AHMAD, T. Evaluation of aerators for channel catfish farming, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. **AL. Bulletin**, p. 584, 1987.
- 3 EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, n. 1-4, p. 346-358, 2006. ISSN 0044-8486.
- 4 AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, n. 176, p. 227-235, 1999.
- 5 BOYD, C. E. Water quality and pond fertilization. In: MISCHKE, C. C. (Ed.). **Aquaculture pond fertilization: impacts of nutrient input on production**: Wiley-Blackwell, 2012. cap. 4, p.47-64. ISBN 9780470959220.
- 6 FURTADO, P. S.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY, W. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. **Aquaculture**, v. 321, n. 1-2, p. 130-135, 2011. ISSN 00448486.
- 7 BOYD, C. E.; WOOD, C. W.; THUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Oregon: Aquaculture Collaborative Research Support Program: 45 p. 2002.
- 8 BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.
- 9 BOYD, C. E. Secchi Disk Visibility : Correct Measurement , Interpretation. **Global Aquaculture Advocate**, n. February, p. 66-67, 2004.
- 10 MCGRAW, W. J.; SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. **Aquaculture**, v. 236, n. 1-4, p. 285-296, 2004. ISSN 00448486.
- 11 NUNES, A. J. P. et al. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Labomar/UFC. Fortaleza, p.109. 2005

- 12 FAST, A. W.; LESTER, L. J., Eds. **Marine shrimp culture: Principles and practices**. Aquaculture And Fisheries Science. Amsterdam: Elsevier Science, v.23, p.862, Aquaculture And Fisheries Science, 2nd ed. 1992.
- 13 BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2002. 370p. ISBN 85-88216-16-7.
- 14 BURFORD, M. A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1-4, p. 393-411, 2003. ISSN 00448486.
- 15 SANDIFER, P. A.; HOPKINS, J. S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**, v. 15, n. 1, p. 41-52, 1996. ISSN 0144-8609. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- 16 PAIVA, P. C.; SILVA, J. R. M. C. Macrobenthic invertebrates as food for a penaeid shrimp pond farm in Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 46, p. 427-430, 1998. ISSN 0034-7744.
- 17 SHISHEHCHIAN, F.; YUSOFF, F. Composition and abundance of macrobenthos in intensive tropical marine shrimp culture ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 30, n. 1, p. 128-133, 1999. ISSN 0893-8849. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-7345.1999.tb00326.x/abstract>>.
- 18 ORDNER, M. T.; LAWRENCE, A. L.; TUNNELL, J. W. **Macrobenthos in earthen shrimp ponds in southern Texas**. Texas Journal of Science: Texas Academy of Science. 42 1990.
- 19 ROSA, L. C. D.; DE FREITAS, U.; NIENCHESKI, L. F. H. Macrofauna associada a um cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no estuário da Lagoa dos Patos (Sul do Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 25-25, 2009. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br>>.
- 20 KUNGVANKIJ, P.; CHUA, T. E. **Shrimp culture: pond design, operation and management**. Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA) Training Manual Series: Food and Agriculture Organization of the United Nations 1986.
- 21 BROCK, J. A. **Current diagnostic methods for agents and diseases of farmed marine shrimp**. Asian Interchange Program Workshop on the Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. Oahu: Asian Interchange Program, The Oceanic Institute, 1992. 209-231 p.

- 22 IUCN. **Red list of endangered species**. Colchester Print Group. Gland, Switzerland. 2012
- 23 BAIRD, M. L. S. C.; SMITH, T. I. J.; JENKINS, W. E. **Evaluation of control techniques for avian predators of pond-reared fishes**. Annual Conference SEAFWA. Atlanta, Georgia: SEAFWA, 1993. 580-587 p.
- 24 MENTE, E. et al. Protein turnover, amino acid profile and amino acid flux in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei*: effects of dietary protein source. v. 3122, p. 3107-3122, 2002.
- 25 TACON, A. G. J. Thematic review of feeds and feed management practices in shrimp aquaculture. **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**, v. 69, 2002.
- 26 KURESHY, N.; DAVIS, D. A. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. Aquacultur, n. 204, p. 125-143, 2002.
- 27 YU, H., LIN, X., ZHOU, X., & XU, Z. Utilization of energy substances during starvation in *Litopenaeus vannamei*. **Marine sciences/Haiyang Kexue**, , , v. 30, n. (12), p. 43-46, 2006
- 28 AKIYAMA, D. M.; DOMINY, W. G. **Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry**. American Soybean Association, 1989. 50p
- 29 AKIYAMA, D. M.; DOMINY, W. G.; LAWRENCE, A. L. Penaeid shrimp nutrition. **Developments in aquaculture and fisheries science**, v. 23, p. 535-568, 1992. ISSN 0167-9309.
- 30 CECCALDI, H. J. Anatomy and physiology of digestive tract of crustaceans decapods reared in aquaculture. In: (Ed.). **Advances in Tropical Aquaculture**. Tahiti: Aquacop Ifremer, v.26, 1989. p.243-259.
- 31 NUNES, A. J.; SURESH, A. V. Feeding tray technique improves shrimp feed management in Brazil. **Advocate**, v. 4, p. 39-42, 2001.
- 32 WICKINS, J. F.; LEE, D. O. **Crustacean farming: ranching and culture**. 2nd. Blackwell Science, 2008. 464p. ISBN 9780470995075.
- 33 JULIANTO, B. M.; HERBST, D. **Feed tray management lowers FCRs, shrimp production costs in Australia**. Global Aquaculture Advocate: 38-40 p. 2015.

- 34 DUGGER, D. M. **Regular population sampling of shrimp in ponds, part 1.** Global Aquaculture Advocate. Vero Beach: Global Aquaculture Alliance 19: 1-6 p. 2016.
- 35 ZELAYA, O.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. The influence of Artemia and algal supplements during the nursery phase of rearing Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38, n. 4, p. 486-496, 2007. ISSN 1749-7345.
- 36 TACON, A. G.; JORY, D.; NUNES, A. Shrimp feed management: issues and perspectives. **On-farm feeding and feed management in aquaculture**, n. 583, p. 481-488, 2013.
- 37 MOCTEZUMA, M. A.; BLAKE, B. F. Burrowing activity in *Penaeus vannamei* (Boone) from the Caimanero-Huizache lagoon system on the Pacific Coast of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, v. 31, n. 2, p. 312-317, 1981.
- 38 ROBERTSON, L.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. L. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). **Aquaculture and Fisheries Management**, v. 24, p. 1-6, 1993. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com>>.
- 39 CORTEEL, M. et al. Moulting cycle of laboratory-raised *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* and *P. monodon*. **Aquaculture International**, v. 20, n. 1, p. 13-18, 2012. Disponível em: <<http://download.springer.com>>.
- 40 FONSECA, C. et al. **Recomendações de boas práticas de manejo na prevenção de enfermidades**. Recife, PE: ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão: 34 p. 2004.
- 41 BEARDSLEY, C. et al. Quantitative role of shrimp fecal bacteria in organic-matter fluxes in a recirculating shrimp aquaculture system. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 77, n. 1, p. 134-145, 2011. ISSN 1574-6941. Disponível em: <<http://femsec.oxfordjournals.org/content/femsec/77/1/134.full.pdf>>.
- 42 JACKSON, C. et al. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. **Aquaculture**, v. 218, n. 1-4, p. 397-411, 2003. ISSN 00448486. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.
- 43 FUNGE-SMITH, S. J.; BRIGGS, M. R. P. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. **Aquaculture**, v. 164, n. 1-4, p. 117-133, 1998. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com>>.

- 44 HUTCHINS, D. L.; CHAMBERLAIN, G. W.; PARKER, J. C. **Estimation of shrimp population in experimental ponds using mark-recapture and stratified random sampling methods**. World Mariculture Society 1980. 142-150 p.
- 45 GUNALAN, B. et al. Disease occurrence in *Litopenaeus vannamei* shrimp culture systems in different geographical regions of India. **International Journal of Aquaculture**, v. 4, n. 04, p. 24-28, 2014. Disponível em: <<http://bio.sophiapublisher.com>>.
- 46 FAST, A. W. POND HARVESTING TECHNIQUES. In: LESTER, A. W. F. A. L. J. (Ed.). **Marine Shrimp Culture: Principles and Practices**. New York: Elsevier Science B.V. , v.23, 1992. cap. 19, p.399-414. ISBN 0-444-88606-0.
- 47 LUCIEN-BRUN, H. Preventing melanosis in shrimp: use of sodium metabisulfite. **Global Aquaculture Advocate**, n. October, p. 28-30, 2005. Disponível em: <<http://pdf.gaalliance.org>>.
- 48 BRASIL. **Aprova Regulamento Técnico sobre Atribuição de aditivos e seus limites máximos para alimentos**. Resolução RDC nº 64, de 16 de setembro de 2008. ANVISA. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 17 de setembro de 2008: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2008.
- 49 SHANG, Y. C.; LEUNG, P.; LING, B.-H. Comparative economics of shrimp farming in Asia. **Aquaculture**, v. 164, n. 1-4, p. 183-200, 1998.
- 50 BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. **The role and management of bottom soils in aquaculture ponds**. *Infotech International*, nº2: 22-28 p. 2014.
- 51 BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture**. Boston, MA: Springer Science, 1995. 365p ISBN 978-1-4613-5720-9.
- 52 BOYD, C. E.; DANIELS, H. V. Liming and fertilization of brackishwater shrimp ponds. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 2, n. 3-4, p. 221-234, 1994. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com>>.

Normas Técnicas Específicas (NTE's)

Como qualquer outra certificação de qualidade, a Produção Integrada deve estar baseada nos chamados Pontos de Controle e nas Normas Técnicas Específicas, neste caso, as NTE's do Regime de Produção Integrada na Carcinicultura - Instalação e Operação.

Uma norma técnica (ou padrão) é um documento, normalmente produzido por um órgão oficial, devidamente acreditado para tal, que estabelece regras, diretrizes, ou características acerca de um material, produto, processo ou serviço. A obediência a uma norma técnica, tal como norma ISO ou ABNT, quando não referendada por uma norma jurídica, não é obrigatória.

No que tange à carcinicultura brasileira, essas normas ainda sequer existem e terão que ser definidas e homologadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, antes de sua aplicação para a certificação de produtos e processos.

Por outro lado, a certificação (no sentido de verificar se um produto ou processo adere a uma norma técnica) também deve respeitar uma hierarquia, que se manifesta na rede de órgãos certificadores.

O objetivo desse livro, por sua vez, não é estabelecer tais normas e muito menos certificar empreendimentos de carcinicultura, uma vez que os autores não têm a delegação devida (e nem a pretensão) de fazê-lo. No entanto, depois de tudo o que foi discutido e apresentado nos dois volumes deste livro, é quase que uma "obrigação" dos autores apresentar princípios, bases técnicas e operacionais que poderão ser utilizados na definição das NTE's para a produção de camarões realizadas a partir de viveiros de cultivo.

As NTE's aqui propostas foram sugeridas em concordância com a **Instrução Normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010**, que estabelece as diretrizes gerais com vistas a fixar preceitos e orientações para os programas e projetos que fomentem e desenvolvam a Produção Integrada Agropecuária (PI-Brasil) e em conformidade com a **Portaria nº 443, de 23 de novembro de 2011**, que estabelece os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a PI Brasil.

10.1 Princípios

- 1) **Estabilidade ambiental:** os ecossistemas são componentes essenciais e garantem os recursos naturais necessários à produção e também determinam os componentes de regulação. Impactos das atividades agropecuárias sobre o ambiente, como contaminação da água potável ou o acúmulo de sedimentos provenientes de erosão e do assoreamento de rios, lagos ou nas vias navegáveis geram prejuízos ambientais, sociais e econômicos e devem ser minimizados. A PI deve assegurar a estabilização dos ecossistemas, isto é, garantir a menor perturbação possível desses recursos para que seu equilíbrio possa ser mantido.
- 2) **Redução das perdas e desperdícios:** o regime de PI deve garantir a melhoria e o desenvolvimento contínuo do empreendimento, assegurar eficiência e eficácia do sistema de produção, reduzir perdas no processo produtivo e melhorar a sua gestão e ainda, tornar a organização altamente competitiva, com produtos em conformidade com as normas técnicas.
- 3) **Capacitação:** a atualização e a capacitação técnica dos produtores e dos demais profissionais envolvidos com a PI devem ser constantes. Os técnicos devem transmitir aos produtores conhecimentos sobre educação ambiental, princípios da produção integrada e avanços nos processos das cadeias produtivas como pré e pós-despesca, com o intuito de obter e manter a certificação de qualidade dos produtos. Princípios semelhantes devem ser aplicados em relação aos principais operadores da cadeia de produção e de distribuição dos alimentos produzidos.
- 4) **Manejo Integrado:** a PI deve fomentar o uso do manejo integrado como base para a tomada de decisões para a proteção das culturas. A aplicação de medidas de controle deve dispor das ferramentas mais avançadas disponíveis, como por exemplo, os métodos de prognóstico e os limiares cientificamente validados. O uso de fertilizantes, pesticidas, antibióticos, entre outros, deve ser o último recurso, utilizado unicamente se as perdas forem economicamente inaceitáveis e não puderem ser impedidas por mecanismos reguladores naturais.

- 5) **Diversidade biológica:** a diversidade biológica, que inclui a diversidade genética das espécies e das comunidades biológicas na área de produção e no seu entorno devem ser consideradas em um regime de PI. Isso não significa, por exemplo, que não se possa utilizar espécies exóticas em um sistema da PI, mas que devem ser assegurados mecanismos para garantir que as espécies cultivadas não interfiram na diversidade biológica natural local ou regional.
- 6) **Excelência:** a PI deve estimular a busca pela excelência, levando em consideração os parâmetros ecológicos, sociais e econômicos do sistema de produção e os requisitos estabelecidos para a certificação do processo, sejam eles de qualidade e inocuidade do produto final, do processo produtivo, de uso dos recursos naturais, de abate, de transporte dos produtos ao longo da cadeia produtiva e das condições de trabalho das pessoas envolvidas no processo.
- 7) **Rastreabilidade:** a PI deve ser realizada e operada de forma holística, ou seja, as cadeias de produção e distribuição devem ser gerenciadas de maneira sistêmica, através do monitoramento, caracterização e rastreabilidade de todas as etapas que as envolvem (desde a produção até o consumidor final). Dessa forma, quando ocorrer algum problema com algum lote do produto, torna-se possível identificar onde e porque esse problema ocorreu, viabilizando a sua correção.

10.2 Objetivo das áreas temáticas

- 1) Assegurar que o solo, as construções e outras instalações, que compõe a infraestrutura da fazenda, sejam devidamente gerenciadas de modo a garantir a produção saudável e eficiente de alimentos;
- 2) Assegurar que os químicos (combustível, detergentes, pesticidas, fungicidas, tratamentos químicos, desinfetantes, drogas, medicamentos, tintas, conservantes, algicidas, lubrificantes, ácidos de baterias, etc.) sejam armazenados e utilizados de maneira segura e somente em quantidades necessárias dentro e no entorno da fazenda;
- 3) Considerar o bem-estar dos animais, o gerenciamento e as práticas de manejo como essenciais para um desempenho robusto da carcinicultura,
- 4) Atender às exigências físicas, nutricionais e ambientais dos animais aquáticos com o objetivo de reduzir as mortalidades, melhorar crescimento e ainda, produzir camarões mais seguros;
- 5) Assegurar, caso seja indispensável, o uso seguro e prudente de antibióticos e outros produtos químicos, com o objetivo de proteger a saúde dos consumidores garantindo a segurança dos alimentos de origem animal, prevenir ou reduzir a disseminação de microrganismos resistentes de animais para humanos e cumprir com a obrigação ética e a necessidade econômica de manter os animais em bom estado de saúde;
- 6) Assegurar que a ração fornecida atendas às exigências nutricionais e alimentares dos camarões cultivados;

- 7) Assegurar as boas práticas com relação ao gerenciamento e proteção do ambiente e recursos naturais diretamente envolvidos de tal forma, que tanto os aspectos ambientais quanto os ecológicos sejam contemplados de maneira responsável a fim de conservar a biodiversidade e as funções existentes no ecossistema, bem como reconhecer que outras formas de uso da terra, pessoas e espécies dependem desses mesmos ecossistemas;
- 8) Monitorar a segurança e legalidade das espécies produzidas na fazenda para consumo humano. Esta é uma ferramenta para o produtor demonstrar que as Boas Práticas de Aquicultura estão bem implementadas e produzindo espécies seguras e conforme legislação;
- 9) Permitir a adoção de sistemas de Rastreabilidade.

10.3 Conteúdo das áreas temáticas

10.3.1 Critérios para a escolha do local

- Avaliação de potenciais conflitos sociais
- Disponibilidade e acesso à mão de obra, insumos e serviços
- Infraestrutura básica
- Acesso ao mercado consumidor
- Topografia local
- Tipo de solo
- Qualidade e disponibilidade de água
- Compatibilidade de clima

10.3.2 Aspectos legais

- Projeto/Procedimentos iniciais
- Licenciamento Ambiental
- Instalação do empreendimento

10.3.3 Construção dos viveiros e estruturas anexas

- Definição do corte e aterro
- Definição da localização do canal de adução
- Canal de abastecimento
- Construção dos viveiros
- Canal de despesca
- Lagoa (piscina) de decantação
- Maquinário, equipamentos e estruturas de apoio operacional

10.3.4 Preparação dos viveiros

- Análise de solo
- Oxidação da matéria orgânica
- Correção do solo
- Fertilização inicial
- Macrófitas

10.3.5 Operacionalização dos ciclos de produção

- Espécie cultivada
- Planejamento
- Controle de predadores
- Captação de água
- Pós-larvas
- Alimentação e manejo alimentar
- Biometrias
- Monitoramento ambiental
- Fertilizações
- Monitoramento sanitário
- Parâmetros zootécnicos
- Manutenção das estruturas de cultivo
- Despesca
- Transporte
- Entressafra

10.3.6 Gestão do empreendimento

- Gerenciamento e documentação
- Rastreabilidade
- Gerenciamento de resíduos
- O papel das organizações de produtores

10.3.7 Segurança, meio ambiente e saúde (SMS)

- Treinamento e capacitação
- Saúde e segurança
- Organização de produtores

10.3.8 Produtos/Compostos químicos

- Armazenamento
- Inventário

10.3.9 Bem-estar e sanidade animal

- Bem-estar animal
- Plano de saúde animal
- Medicamentos
- Biossegurança

10.3.10 Gestão ambiental e da biodiversidade

- Gestão Ambiental

10.3.11 Bem-estar social e laboral

- Representação coletiva
- Reclamações
- Boas práticas sociais
- Contratos de trabalho
- Idade mínima
- Acesso à educação

Construção dos viveiros

Obrigatória

10.3.1 Critérios para a escolha do local

Avaliação de potenciais conflitos sociais

Adotar medidas que minimizem a probabilidade de ocorrência de conflitos com as populações locais e com outros usuários na zona de influência direta e indiretamente afetada pelo empreendimento.

Disponibilidade e acesso à mão de obra, insumos e serviços

Infraestrutura básica

Acesso ao mercado consumidor

Topografia local

	Importante/Recomendada	Proibida
	<p>Considerar a facilidade de recrutamento de mão de obra local; a proximidade de fornecedores de insumos básicos (ração, PL's, corretivos e fertilizantes, entre outros) e de prestadores de serviços de apoio (terraplanagem; manutenção de veículos e outros equipamentos; instalação e manutenção de redes elétricas, galpões e outras estruturas; transporte de cargas; confecção de embalagens; dentre outros).</p>	
	<p>Avaliar as condições das estradas, a disponibilidade de energia, a proximidade de portos e aeroportos, entre outras facilidades de infraestrutura, bem como os custos associados à correção dos eventuais problemas identificados.</p>	
	<p>Buscar área para a instalação do empreendimento que maximizem a infraestrutura e a logística para escoamento da produção. Isso permite reduzir o custo com transporte dos produtos, diversificar os mercados e reduzir os riscos de comercialização, melhorando a competitividade do empreendimento.</p>	
	<p>Dar preferência a terrenos planos ou com declividade suave, pois possibilitam melhor aproveitamento da área e possibilitam a redução nos custos de construção dos viveiros, além de evitar a intensa erosão dos diques causada pela alta energia potencial da água armazenada.</p>	
	<p>Dar preferência a terrenos de média altitude. Altos o suficiente para evitar que a vegetação de áreas de preservação permanente (APPs), como marismas e manguezais, sejam afetadas pela construção dos viveiros e nem demasiadamente elevadas, o que implicaria em aumento significativo dos gastos com bombeamento de água salgada/salobra.</p>	

Áreas temáticas	Obrigatória
Tipo de solo	
Qualidade e disponibilidade de água	
Compatibilidade de clima	

10.3.2. Aspectos Legais

Projeto/Procedimentos iniciais	Elaborar um projeto técnico de instalação e operação do empreendimento, desenvolvido e assinado por profissional habilitado e capacitado para tal.
--------------------------------	--

	Importante/Recomendada	Proibida
	<p>Considerar a construção dos viveiros em solos moderadamente argilosos e de baixa permeabilidade, pois permitem a construção de diques mais estáveis, ocasionam menores perdas por infiltrações sendo, portanto, os mais favoráveis à construção dos viveiros.</p>	
	<p>Evitar solos arenosos ou com grande quantidade de cascalho, pois geralmente apresentam altas taxas de infiltração, demandando um maior uso de água. Esses solos também são pouco estáveis e mais suscetíveis à erosão.</p>	
	<p>Em caso de solos com alta taxa de infiltração, adotar geomembranas para evitar as perdas de água e aumento dos custos de produção.</p>	
	<p>As áreas eleitas devem dispor de fontes de água de boa qualidade, sem contaminação por poluentes e em quantidade mínima para abastecer a demanda da fazenda.</p>	
	<p>Prever, já no projeto de construção da fazenda, a quantidade máxima de água necessária que deverá ser captada e armazenada. Como esse cálculo depende de fatores como: área dos viveiros, taxas de infiltração e evaporação, quantidades a serem renovadas, reuso de água, dentre muitos outros fatores, é fundamental que esse cálculo seja feito com precisão.</p>	
	<p>Conhecer previamente as variações sazonais da quantidade e qualidade (em termos de salinidade, temperatura, pH, pelo menos) da água no local pretendido para captação de água da futura fazenda.</p>	
	<p>Conhecer o clima local e avaliar sua influência nas práticas de manejo que deverão ser adotadas na fazenda e sobre os resultados zootécnicos e econômicos alcançados no empreendimento.</p>	

Áreas temáticas	Obrigatória
Projeto/Procedimentos iniciais	<p>Conhecer previamente as regulamentações federais, estaduais e municipais quanto ao uso dos recursos naturais, as restrições locais e os procedimentos para a obtenção das licenças ambientais do empreendimento, que variam de estado para estado.</p>
	<p>Observar que a construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de empreendimentos de carcinicultura na zona costeira devem seguir a Lei nº 7.661, de 1988, e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e que dependem de licenciamento ambiental.</p>
	<p>Observar que o procedimento de licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira obedecerá o disposto Resolução 312/2002 do CONAMA, sem prejuízo de outras exigências estabelecidas em normas federais, estaduais e municipais.</p>
	<p>Garantir a existência de vias de acesso e o trânsito das comunidades regionais aos seus locais de realização de atividades cotidianas (vilas, cidades, rios, mar, etc.).</p>
	<p>Prever, sem prejuízo a outras medidas de tratamento e controle dos efluentes, a construção de estruturas (como, por exemplo, bacias de decantação e sistemas de filtros) que possibilitem que as águas servidas sejam previamente tratadas antes de serem descartadas no ambiente, de modo a atenderem aos padrões de qualidade definidos na Resolução CONAMA 357/2005.</p>
Licenciamento Ambiental	<p>Respeitar a classificação do empreendimento de acordo com o disposto na Resolução do CONAMA 312/2002 (empreendimentos de pequeno porte: menores ou iguais a 10 ha; de médio porte: maiores que 10 ha e menores ou iguais a 50 ha; de grande porte: maiores que 50 ha).</p>
	<p>A construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de empreendimentos de carcinicultura dependem da obtenção das respectivas licenças ambientais (prévia, de instalação e de operação).</p>

	Importante/Recomendada	Proibida
		É vedada a atividade de carcinicultura em manguezal.
	Promover, sempre que possível, o reuso (após tratamento) da água utilizada no processo produtivo.	
	Abrir a possibilidade de licenciamento dos empreendimentos com área menor ou igual a 10 (dez) ha através de processo simplificado, desde que este procedimento tenha sido aprovado pelo respectivo organismo ambiental competente.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Licenciamento Ambiental	<p>Apresentar o Estudo Prévio de Impacto Ambiental e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EPIA/RIMA) para empreendimentos com área maiores que 50 ha; ou com área menores que 50 ha, quando potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente; localizados em áreas onde se verifique o efeito de adensamento pela existência de empreendimentos cujos impactos afetem áreas comuns.</p>
	<p>Garantir a manutenção da área de reserva legal mínima da propriedade rural prevista no Código Florestal Brasileiro</p>
Instalação do empreendimento	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Sujeitar os empreendimentos com área maior que 10 ha ao processo de licenciamento ambiental ordinário.	
	Que os órgãos ambientais faltem a realização conjunta de EPIA/RIMA aos empreendimentos localizados em um mesmo estuário	
		É vedada a instalação e a operação de empreendimentos de carcinicultura que prejudiquem as atividades produtivas ou culturais tradicionais das comunidades locais.
		É vedada a instalação de empreendimentos em áreas de domínio da União nas quais não exista registro de ocupação ou aforamento anterior a fevereiro de 1997, nos termos do artigo 9º da Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998.
		É vedado desviar ou interromper cursos d'água, de modo a provocar alterações do fluxo normal de água nos manguezais ou de água doce nas zonas úmidas circundantes.

Áreas temáticas	Obrigatória
Instalação do empreendimento	
10.3.3. Construção dos viveiros e estruturas anexas	
Definição do corte e aterro	
Definição da localização do canal de adução	
Canal de abastecimento	
Construção dos viveiros	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Priorizar a contratação de mão de obra, bem como a aquisição de bens e serviços locais quando da instalação do empreendimento.	
	Realizar previamente um estudo planialtimétrico, com curvas de nível a cada 20 cm, para a avaliação mais precisa sobre a localização das estruturas hidráulicas, as dimensões e formatos ideais dos viveiros e volumes de solo a serem manejados.	
	Durante a construção do canal de adução, considerar o trajeto mais curto possível, como forma de redução de impactos.	
	É recomendado que o canal de abastecimento seja mais profundo que os viveiros, para que possa reter água por tempo suficiente para provocar a decantação de partículas em suspensão.	
	Fazer o manejo periódico para evitar que as macrófitas se proliferem no canal de abastecimento.	
	Promover a manutenção periódica do canal de abastecimento, retirando o excesso de sedimentos e evitando seu assoreamento.	
	Dar preferência a áreas previamente degradadas para a construção dos viveiros.	
	Construir os viveiros durante a estação seca.	
	Dar preferência a viveiros de 0,5 a 2 hectares.	
	Construir os diques e os viveiros em solo devidamente compactado e com textura adequada para garantir a estabilidade estrutural e evitar a infiltração da água.	
	Construir viveiros com declividade de fundo entre 1 a 2 % em direção as comportas de saída, para garantir drenagem completa sem a formação de poças.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Construção dos viveiros	
Canal de despesca	
Lagoa (piscina) de decantação	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Garantir que a parte mais baixa dos viveiros seja construída a, no mínimo, 1,5 m acima da altura máxima de maré, para prevenir que inundações geradas pela associação de condições astronômicas e meteorológicas determinem o rompimento dos diques e provoque o escape camarões em larga escala.	
	Construir as comportas de entrada e saída em concreto armado, com capacidade de vazão suficiente para enchimento e drenagem de todo volume do viveiro em no máximo 8 horas, permitindo a operação durante um turno único de trabalho.	
	Construir um canal para coleta da água efluente dos viveiros, com capacidade suficiente para receber a vazão completa, com estrutura suficiente para garantir suportar o atrito da água sem causar a erosão dos taludes e estabilidade suficiente para evitar desbarrancamento, bem como impedir o escape de camarões para os ambientes adjacentes.	É vedada a drenagem dos viveiros diretamente para o meio adjacente, sem que haja nenhum tratamento prévio desse efluente.
	Construir uma piscina de decantação com capacidade para receber e acumular pelo menos os 20% finais da água provenientes dos viveiros despescados conjuntamente.	
	Instalar a lagoa de decantação em um ponto estratégico da fazenda, de forma a permitir que a água, desde que tenha qualidade adequada, possa ser bombeada novamente para o canal de abastecimento e reaproveitada nos cultivos.	
	Projetar para que a estrutura da lagoa de decantação tenha capacidade suficiente para receber a água em sua vazão máxima, com estrutura forte o suficiente para suportar o atrito com a água sem causar erosão dos taludes e garantir estabilidade suficiente para que não haja desbarrancamento.	
	Projetar a lagoa de decantação para que a água possa ter um tempo de residência, de no mínimo 48 horas ou tempo suficiente para a decantação de 80% do material particulado em suspensão.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Lagoa (piscina) de decantação	
Maquinário, equipamentos e estruturas de apoio operacional	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Projetar a comporta de drenagem da lagoa de decantação de forma a permitir o escoamento da água. Ela deve contar também com estruturas de proteção que impeçam, de maneira absolutamente eficiente, o escape de camarões para o ambiente adjacente.	
	Instalar estruturas que promovam a redução da velocidade da água antes da lagoa de decantação, de modo a acelerar o tempo de decantação e aumentar a eficiência do sistema.	
	Todo o maquinário e equipamentos devem ser inspecionados quanto à sua manutenção e limpeza. Equipamentos que entram em contato com a água dos viveiros ou com os camarões devem ser previamente desinfetados. Em caso de não conformidade, as ações corretivas devem ser documentadas. Os equipamentos e maquinários devem atender a Norma regulamentadora 12 (NR 12- MTE n.º 3.214, de 08 de junho de 1978) , que trata da Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.	
	Prever e construir estruturas de apoio ao processo produtivo em tamanho e número suficientes para o armazenamento de rações, de maquinário, de fertilizantes e outros itens, bem como banheiros, refeitório e alojamento. Estruturas com objetivos distintos devem ser fisicamente separadas entre si.	
	Construir os galpões com material de fácil limpeza e manutenção e qualidade adequada para cada uso.	
	Projetar as estradas internas de modo a permitir e facilitar o trânsito e o acesso de pessoas e veículos a todas as estruturas de cultivo.	
	Planejar a infraestrutura elétrica e hidráulica de modo a permitir que as atividades de rotina da fazenda sejam realizadas de maneira segura, estável e eficiente.	
	As rações devem ser armazenadas em locais protegidos das intempéries, com baixa umidade e boa ventilação. O local deve ser protegido também de pragas e contaminantes.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Maquinário, equipamentos e estruturas de apoio operacional	

10.3.4. Preparação dos viveiros

Análise de solo	
Oxidação da matéria orgânica	
Correção do solo	
Fertilização inicial	
Macrófitas	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Identificar a localização de todas as medidas de controle de pragas em um plano/diagrama da fazenda e incluir todas as operações. Os registros das inspeções do controle de pragas e plano(s) de ação de acompanhamento devem estar disponíveis na área.	
	Nos casos em que a fazenda possuir alojamento para os funcionários ou visitantes, este deve ser um local adequado para descanso, ser bem ventilado, contar com chuveiros com aquecimento e instalações sanitárias mantidas sempre em bom estado.	
	Se a fazenda utilizar águas subterrâneas, monitorar os níveis de água dos poços pelo menos uma vez ao ano, durante a estação seca, com o propósito de verificar eventuais impactos no nível do lençol freático.	
	Promover, em acordo com as normas técnicas (ABNT – NBR 5.626 e NBR 10.844) o reuso não-potável de água de chuva, através da instalação de um sistema de captação específico, promovendo a redução no consumo de água doce no empreendimento.	
	Realizar análises anuais do solo de cada viveiro.	
	Eliminar o excesso de matéria orgânica pré-existente no solo virgem através do ajuste da relação entre Carbono e Nitrogênio do solo em 5:1, aragem do solo e incorporação de corretivos para neutralização do pH nas concentrações recomendadas.	
	Corrigir o pH do solo através da incorporação de cal e/ou calcários nas quantidades recomendadas para cada textura.	
	Fertilizar os viveiros utilizando fontes de nutrientes nas quantidades recomendadas.	
	Realizar o controle das macrófitas existentes no fundo do viveiro antes do início de um novo ciclo de produção.	

Áreas temáticas

Obrigatória

10.3.5. Operacionalização dos ciclos de produção

Espécie cultivada

Independentemente do uso de espécies nativas ou exóticas, adequar os procedimentos operacionais e utilizar estruturas de contenção para evitar o escape de camarões para o ambiente.

Identificar a origem das pós-larvas.

Planejamento

Controle de predadores

Captação de água

Pós-larvas

	Importante/Recomendada	Proibida
	Permitir o cultivo de espécies exóticas mas incentivar a utilização de espécies nativas sempre que essas possibilitarem a obtenção de resultados zootécnicos e econômicos compatíveis aos alcançados com o uso das espécies exóticas.	
	Planejar a densidade de povoamento a ser utilizada levando em conta critérios como: bem-estar animal, registros prévios de enfermidades na fazenda e em áreas vizinhas, tamanho e valor comercial dos indivíduos no momento da despesca, regime de produção, custos operacionais, capacidade de suporte de cada viveiro.	
	Ajustar o manejo dos viveiros de acordo com a capacidade de captação/estocagem de água e com o regime de cultivo praticado.	
	Evitar o acesso de predadores aos viveiros de cultivo utilizando telas sobre os viveiros (no caso de aves), telas nas comportas de entrada (no caso de peixes e outros organismos aquáticos).	
	Minimizar as trocas de água e, sempre que possível, implantar sistemas de recirculação ou de troca mínima.	
	Adquirir pós-larvas de laboratórios reconhecidamente idôneos, que ofereçam serviços de pós-venda e acompanhamento da performance alcançada nas fazendas.	
	Adquirir apenas pós-larvas certificadamente livres de enfermidades específicas como WSSV, IMNV, entre outros.	
	Garantir que o transporte das pós-larvas seja o mais rápido possível, realizado de maneira eficiente, utilizando densidades apropriadas para o tempo a ser gasto no transporte e aplicando as técnicas mais adequadas de acondicionamento.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Pós-larvas	
Alimentação e manejo alimentar	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Evitar que o tempo de transporte das pós-larvas ultrapasse 24 horas.	
	Para recepção e aclimação das pós-larvas na fazenda o produtor deve avaliar o estado de saúde dos animais, observar discrepância no tamanho das PL's, que não deve ultrapassar 20% de desuniformidade, observar o formato do corpo dos animais (que devem possuir formatos alongados e não curtos e largos), avaliar as deformidades físicas (deve ser menor de 5%), avaliar o estado nutricional (intestino deve estar cheio de alimentos), observar a atividade de locomoção das larvas, quantidade e qualidade do alimento ofertado, estágio de muda e se são utilizadas práticas inadequadas no manejo.	
	Aclimatar as pós-larvas de acordo com as técnicas recomendadas e pelo tempo necessário para que elas atinjam as condições biológicas suficientes para sua transferência aos locais de recria.	
	Não liberar as pós-larvas diretamente nas estruturas de engorda sem antes passá-las por um período de recria, realizados em tanques berçários, viveiros de recria ou em cercados instalados dentro dos próprios viveiros.	
	Quantificar/estimar sempre o número de pós-larvas antes da liberação final nas estruturas de engorda.	
	Fornecer a todos os animais estocados uma ração que seja adequada para a espécie cultivada.	
	Só utilizar aditivos, probióticos, prebióticos, artêmias ou suplementos que sejam específicos para carcinicultura, que tenham sua procedência conhecida e seu uso aprovado pelos órgãos competentes.	
	Nas duas primeiras semanas de cultivo, além da alimentação por bandejas, é importante que uma parte da ração seja fornecida a lanço.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Alimentação e manejo alimentar	
Biometrias	
Monitoramento ambiental	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Implementar um programa de monitoramento alimentar, de acordo com frequências recomendadas, registrando e arquivando adequadamente os dados obtidos.	
	Garantir que toda a ração seja utilizada dentro do seu prazo de validade e que esteja em adequadas condições de armazenamento.	
	Fornecer quantidades de ração proporcionais ao peso médio dos camarões, definido através das biometrias periódicas, mas também levando em conta os ciclos naturais de muda do exoesqueleto e as taxas de consumo registradas através do monitoramento das bandejas de alimentação.	
	Quantificar e registrar o alimento fornecido em cada viveiro.	
	Retirar as sobras de ração, para evitar o comprometimento da qualidade da água. Registrar esse valor, reduzindo a quantidade ofertada no período seguinte, como forma de otimizar o uso da ração, diminuir o lançamento de efluentes e reduzir os custos de produção.	
	A partir da segunda semana, deve ter início um programa de biometria semanal, para avaliar a quantidade de camarões presente nos viveiros, o peso médio, a biomassa presente no viveiro, o ganho de peso semanal, o gasto semanal de ração e a taxa de conversão alimentar.	
	Implementar um programa de monitoramento das variáveis ambientais na água de captação, nos viveiros e na lagoa de decantação, de acordo com frequências recomendadas na licença ambiental, registrando e arquivando adequadamente os dados obtidos. Monitorar o efluente e mensurar o seu volume. Os parâmetros físicos e químicos quantificados devem ser sempre registrados e mantidos disponíveis em caso de vistoria da certificadora. As concentrações observadas das variáveis determinantes da qualidade da água devem atender às condicionantes da licença ambiental. Caso o efluente esteja em condições inferiores de qualidade em relação aos limites exigidos na legislação, este deverá ser devidamente tratado antes de ser descartado.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Monitoramento ambiental	
Fertilizações	
Monitoramento sanitário	
Parâmetros zootécnicos	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Elaborar o programa de amostragem ambiental com base na licença de operação e nos possíveis contaminantes, resíduos e substâncias relacionados ao tipo de aquicultura praticada. A análise desses riscos deverá estar incorporada também ao Plano de Sanidade Animal.	
	Realizar o monitoramento periódico da quantidade e da qualidade da água dos viveiros e promover as trocas de água e/ou reposição da água perdida por infiltração ou por evaporação com base nos resultados obtidos, evitando desperdícios.	
	Vistoriar os viveiros e retirar indivíduos mortos pelo menos uma vez ao dia. Os animais mortos devem ser incinerados ou enterrados com cal, longe de fontes de água. Os registros de mortalidade devem estar disponíveis para inspeção.	
	Todas as amostras a serem analisadas em laboratório devem ser coletadas em duplicata e rotuladas e analisadas de forma independente.	
	Realizar fertilizações periódicas dos viveiros, em função do grau de transparência, da origem da turbidez e do tipo de florescência obtida, de modo a garantir uma alta produtividade natural nos viveiros.	
	Utilizar fertilizantes, materiais para correção do solo ou qualquer outro produto, somente nas quantidades necessárias, baseados em análises físicas e químicas do solo e da água, e de maneira responsável em relação ao cultivo e ao meio ambiente. Todo e qualquer químico utilizado deve ser quantificado e registrado.	
	Coletar durante as biometrias uma amostra de camarões. Esta amostra deverá ser analisada detalhadamente no laboratório da fazenda, para pesquisar possíveis enfermidades ou problemas sanitários no cultivo.	
	Registrar todos os parâmetros zootécnicos obtidos ao longo de cada ciclo de produção.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Manutenção das estruturas de cultivo	
Despesa	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Avaliar diariamente as comportas dos viveiros da fazenda, bem como as respectivas telas, em relação à integridade de sua estrutura, à presença de pontos de infiltração e de entupimento das telas por colmatção, promovendo sua limpeza e a correção dos problemas observados.	
	Planejar o processo de despesca com a máxima antecedência possível, para permitir a otimização do manejo, o estabelecimento da logística necessária e até uma melhor negociação da safra.	
	Estabelecer um metodologia que permita esgotar os viveiros em cerca de 48 horas, para permitir que os camarões em pré-muda terminem o processo de ecdise, diminuindo assim a porcentagem de camarões de casca mole no lote.	
	Drenar os viveiros de maneira a minimizar a suspensão dos sedimentos e evitar a velocidade excessiva da água nas comportas de saída e nos canais de drenagem.	
	Implantar as Boas Práticas de Manejo (BPM) para prevenir a contaminação do camarão. Atender a legislação pertinente para a manutenção da segurança alimentar de acordo com o estabelecido pelo Serviço de Inspeção Municipal, Estadual e/ou Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e, quando aplicável, pelo Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).	
	Abater os camarões por termonarose (hipotermia) imediatamente após a despesca. Utilizar gelo de água potável em quantidade suficiente para induzir hipotermia em curto período de tempo, reduzindo o distresse a que os animais são submetidos.	É proibido o abate por asfixia.
	Implantar as BPM para prevenir a contaminação do alimento (camarão). Atender a legislação pertinente para a manutenção da segurança alimentar de acordo com o estabelecido pelo Serviço de Inspeção Municipal, Estadual e/ou Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e, quando aplicável, pelo Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).	

Áreas temáticas	Obrigatória
Despesa	
Transporte	
Entressafra	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Adotar caixas de despesca que permitam a verificação visual do número e registro.	
	Na despesca e no transporte até a unidade de processamento, os camarões devem ser acondicionados em gelo dentro de recipientes/caixas limpas (2kg de gelo:1kg de camarão), protegidos para evitar calor, perdas e contaminação cruzada.	
	O gelo que entrar em contato com os camarões deve ser fabricado com água potável, conforme as exigências da legislação aplicável e transportado em recipientes higiênicos com garantia contra potencial contaminação. Registros do fornecedor de gelo, verificação da qualidade da água utilizada e dos recipientes de transporte de todos os fornecedores de gelo devem estar disponíveis no local.	
		É proibido o uso de metabissulfito de sódio na caixa de abate em concentrações superiores as estabelecidas pela legislação (limite máximo: 100 ppm de dióxido de enxofre residual nos camarões).
	Na despesca e no transporte até a unidade de processamento, os camarões devem ser acondicionados em gelo dentro de recipientes/caixas limpas (2kg de gelo:1kg de camarão), protegidos para evitar calor, perdas e contaminação cruzada.	
	Em caso de ocorrência de mortalidade, avaliar a pertinência de realização de vazios sanitários. As datas de realização do vazio sanitário para áreas vazias e reestocadas devem estar definidas, registradas e disponíveis para inspeção.	
	Drenar e expor os viveiros despescados ao Sol após a despesca.	
	Garantir, caso os viveiros não sejam totalmente drenáveis, que todos os camarões foram removidos manualmente das unidades individuais antes de qualquer tratamento da água restante.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Entressafra	

10.3.6. Gestão do empreendimento

Gerenciamento e documentação	O cumprimento dos critérios de conformidade aqui apresentados deverão ser devidamente verificados por meio de auditorias, cuja periodicidade deve ser definida pela empresa certificadora.
------------------------------	--

	Importante/Recomendada	Proibida
	Não iniciar um novo ciclo produtivo sem um prévio tratamento do solo do fundo dos viveiros.	
	Expor o fundo do viveiro, após um período de mineralização, até que seja possível caminhar por toda a extensão do viveiro sem afundar os pés.	
	Aerar revolver o solo através de gradeamento mecânico para aeração e incorporação do calcário e/ou oxidação da matéria orgânica residual.	
	Desinfetar poças de água eventualmente formadas por imperfeições na terraplanagem, com uso de cal virgem, hidratada ou cloro.	
	Resguardar o uso de cloro (hipoclorito de sódio ou cálcio) para casos de enfermidades, em que a desinfecção é imprescindível para o sucesso do próximo ciclo.	
	Remover as macrófitas que crescem nos viveiros e nos taludes, pois isso tende a reduzir o tempo necessário para o devido preparo do viveiro.	
	Promover um tratamento especial aos solos sulfáticos (tiomórficos). Nesses casos, recomenda-se que, imediatamente após a despesca, os viveiros sejam preenchidos com água suficientes para cobrir o solo e só então adotar os procedimentos convencionais para correção do solo.	
	Manter o fundo do viveiro úmido até que o processamento da matéria orgânica esteja concluído, pois isso aumenta a velocidade de mineralização da matéria orgânica residual e reduz o tempo total de preparo dos viveiros.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Gerenciamento e documentação	<p>Demonstrar que a fazenda opera de acordo com os procedimentos estabelecidos e documentados e que cumpre as determinações relacionada aos aspectos legais, à qualidade do produto e aos processos de gestão associados.</p>
	<p>Toda e qualquer situação anormal que aconteça no empreendimento deve ser registrada, assim como deve-se registrar as medidas tomadas para sua correção e os resultados alcançados com a adoção delas.</p>
	<p>Resíduos e outros materiais descartados devem ser coletados e levados para um local adequado para a sua disposição ou incineração. Este local deve estar descrito no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A empresa deverá apresentar registros documentais que comprovem a adoção desses procedimentos.</p>

	Importante/Recomendada	Proibida
	Definir, de forma documental, a estrutura organizacional e administrativa do empreendimento, as atribuições de cada trabalhador, as suas funções laborais, as suas responsabilidades e deveres e a quem se reportar.	
	Desenvolver um plano que permita a avaliação do desempenho financeiro e operacional da empresa.	
	Adquirir materiais, insumos, pós-larvas e rações preferencialmente de empresas que adotem as Boas Práticas Ambientais ou de Produção ou tenham certificação na área.	
	Utilizar cadernos de campo e de pós-colheita para o registro de dados sobre o manejo, desde a fase de campo até a fase de embalagem e demais dados necessários à adequada gestão da PI na Carcinicultura. Manter o registro de dados atualizado e com fidelidade por um período mínimo de dois anos, para fins de rastreamento de todas as etapas do processo.	
	Elaborar um plano de contingência que estabeleça as ações a serem tomadas em situações que podem comprometer a segurança e a saúde humana, a saúde e o bem-estar animal (tais como a falta de energia, de água, a ocorrência de poluição, danos causados por enchentes/tempestades, fogo, vazamento de químicos ou efluentes).	

Áreas temáticas	Obrigatória
Gerenciamento e Documentação	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Adotar os procedimentos de Boas Práticas de Produção, mas ao mesmo tempo, preparar a infraestrutura da fazenda para a adoção de procedimentos de quarentena em casos de surtos de doenças infecciosas.	
	Implementar uma instrução de trabalho abrangendo as seguintes áreas: 1. Precauções para evitar a contaminação trazida através de roupas e calçados; 2. Um registro de todos os visitantes (data, hora, etc.), veículos, materiais e insumos que entraram na fazenda; 3. Áreas restritas e pontos perigosos com sinalização clara e visível.	
	Priorizar as compras de fornecedores locais.	
	Assegurar que a empresa não pratique discriminação contra clientes, terceiros ou qualquer outra parte interessada com a qual a empresa possua relacionamento, inclusive com a comunidade do entorno.	
	Desenvolver um Plano de Gerenciamento Ambiental e da Biodiversidade (baseado no Estudo de Impacto Ambiental e da Biodiversidade e no Estudo de Risco Ambiental), estabelecendo as estratégias para minimizar todos os efeitos no ambiente (riscos identificados, como a poluição ou contaminação da água).	
	Estruturar um plano de ação (com objetivos, metas e metodologias associadas) para otimizar o uso de energia e minimizar desperdícios. A Política Energética do empreendimento deve estar estruturada e implementada, demonstrando os passos que serão seguidos para garantir a eficiência energética. A comprovação dos resultados obtidos deve ser feita através de meios de verificação documentais, sujeitos à inspeção dos cronogramas de manutenção implementados para garantir a eficiência de energia e combustível.	
	Capacitar o corpo técnico do empreendimento para prestar as informações que serão requeridas durante as auditorias internas e externas.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Rastreabilidade	<p>Manter um sistema atualizado de documentos e registros de dados e das etapas de produção, pós-colheita e pós-produção, manual ou informatizado, o qual assegure a rastreabilidade dos processos executados na propriedade. Todos os processos, procedimentos, aquisições, práticas de manejo alimentar, monitoramento da qualidade da água e manejo dos viveiros de cultivo devem ser documentados, incluindo data e hora de sua realização, de modo que possam ser devidamente rastreados.</p>
	<p>Manter registro de todas as movimentações/transferências dos camarões ocorridas no empreendimento, em qualquer estágio do ciclo de vida dos camarões. Os registros devem conter: a movimentação/transferências de animais, práticas alimentares e quantidade de alimento fornecido, espécie cultivada, densidade inicial, biomassa final, identificação do viveiro/raceway/gaiola, método de transferência, medicamentos e produtos químicos utilizados, método de abate dos camarões despescados, método de resfriamento, enfermidades, entre outros.</p>
	<p>Documentar todas normas, programas, medidas, códigos, treinamentos, capacitações, contratos, etc., que a empresa realizar.</p>
	<p>Manter todos os documentos relativos aos funcionários terceirizados, contratados ou temporários, incluindo comprovantes de pagamento.</p>
	<p>Descrever o sistema de governança corporativa da empresa (como é realizada a administração; organograma e atribuições).</p>

	Importante/Recomendada	Proibida
	Os resultados dos testes laboratoriais devem ser rastreáveis até os lotes específicos.	
	Implementar um sistema de rastreamento da produção que seja o mais completo possível.	
	Registrar os lotes de ração consumidos de modo que seja possível rastrear a ração desde o fabricante até o lote de camarões produzidos.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Rastreabilidade	
Gerenciamento de resíduos	
O papel das organizações de produtores	

10.3.7. Segurança, meio ambiente e saúde (SMS)

Treinamento e capacitação	Registrar todas as capacitações realizadas e coletar a assinatura dos participantes.
	Comprovar que todas as capacitações foram realizadas por pessoal habilitado e devidamente capacitado.
	Treinar e capacitar os funcionários responsáveis pela tomada de decisão e manipulação de produtos químicos (incluindo medicamentos e outros produtos).
	Treinar e capacitar todos os funcionários para adoção das BPM, rastreabilidade e biossegurança do empreendimento.
	Treinar e capacitar os funcionários para alcançar os padrões de higiene (baseados no APPCC) na fazenda. As capacitações devem incluir: a necessidade de limpeza das mãos; a proteção dos ferimentos com curativos resistentes à água; restrição do fumo, alimentos e bebidas às áreas apropriadas; notificação de infecções ou alterações na saúde.

Áreas temáticas	Obrigatória
Treinamento e capacitação	
Saúde e segurança	<p>Atender as Normas Regulamentadoras - NRs de Segurança e Saúde no Trabalho para Prevenção de Acidentes, instituídas pela Portaria MTE n.º 3.214, 08 de junho de 1978.</p>
	<p>Fornecer EPI's para todos os funcionários. Cada atividade específica implica na necessidade de uso de EPI's específicos. Por exemplo, diversos produtos (como bissulfito de sódio, cal virgem, cal hidratada, entre outros) são potencialmente danosos à saúde do trabalhador, por isso, só devem ser manipulados com luvas, máscaras, roupas e calçados adequados. Os funcionários devem assinar um termo de responsabilidade, comprometendo-se a utilizar corretamente seus EPI's.</p>
	<p>Disponibilizar materiais e medicamentos para primeiros socorros em caso de acidentes e estabelecer os procedimentos para o caso de acidentes ou emergências.</p>
	<p>Disponibilizar sinais de avisos de perigos potenciais nos locais de acesso às instalações de armazenamento de agrotóxicos e outros insumos.</p>
	<p>Garantir que todos os funcionários tenham pleno acesso a sanitários, refeitórios e água potável.</p>
Organização de produtores	
10.3.8. Produtos/Compostos químicos	
Armazenamento	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Elaborar um plano de educação ambiental, que conte com palestras de capacitação para adoção de ações corretivas.	
	Promover reciclagem das capacitações com periodicidade máxima de cinco anos.	
	Elaborar uma análise de risco referente ao ambiente, à higiene e segurança no trabalho e estabelecer as ações corretivas.	
	Adotar medidas adequadas para o armazenamento higiênico e a manutenção dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI).	
	As organizações de produtores devem incentivar a capacitação e reciclagem periódica de seus membros na administração, gestão e operação de seus empreendimentos.	
	As organizações de produtores devem buscar a certificação em grupo de seus associados/cooperados.	
	Armazenar todos os compostos químicos na embalagem original, bem conservadas e com rótulos legíveis. Pequenas quantidades para uso diário podem ser colocadas em recipientes adequados, etiquetados com o nome do composto, diluição, validade, data de preparo e nome do responsável pelo preparo	

Áreas temáticas	Obrigatória
Armazenamento	
Inventário	
10.3.9. Bem-estar e sanidade animal	
Bem-estar animal	

	Importante/Recomendada	Proibida
	<p>Armazenar individualmente os produtos químicos na temperatura correta, conforme as instruções do rótulo, em um depósito seguro, com acesso restrito.</p>	
	<p>Dispor de instalações de armazenamento de produtos químicos que incluam tanques ou barreiras de contenção, para assegurar que não haja qualquer vazamento ou contaminação ambiental. As áreas de armazenamento e de manipulação de produtos deve contar com recipientes contendo material absorvente inerte, como areia ou serragem; equipamentos de limpeza, como escova de chão, vassoura, sacos plásticos, pá para coleta de lixo; EPI, como luvas, avental impermeável, bota impermeável, protetores oculares, máscara facial, etc.; água corrente. Um kit de primeiros socorros deve estar disponível em um local fixo, com instruções claras de procedimentos a serem adotados em caso de derramamento acidental de compostos químicos ou outros acidentes. O local de armazenamento e manipulação dos produtos deve estar corretamente sinalizado.</p>	
	<p>Disponibilizar, para todos os compostos químicos, a especificação do fabricante do produto e fichas de dados de segurança que descrevam a aplicação, composição composto químico / ingredientes ativos, informações sobre a toxicidade, dosagem e método de aplicação, vestuário de proteção necessário para o manuseio e informação de emergência e ações em caso de contaminação do operador.</p>	
	<p>Um inventário de todos os compostos químicos utilizados na produção, deve estar documentado e disponível, incluindo registros de movimentos (uso e fornecimento).</p>	
	<p>As normas técnicas associadas ao bem-estar de camarões cultivados estão diretamente relacionadas às diversas etapas do processo de produção apresentadas anteriormente, com destaque para: 1) A prevenção à presença de espécies predadoras nos viveiros, uma vez que essas espécies geram condições de distresse para os animais. 2) A manutenção da qualidade da água durante os cultivos, uma vez</p>	

Áreas temáticas	Obrigatória
Bem-estar animal	
Plano de saúde animal	

	Importante/Recomendada	Proibida
	<p>que sua alteração interfere diretamente nos mecanismos fisiológicos de homeostase do organismo dos camarões, afetando, conseqüentemente, os mecanismos de excreção, o gasto energético e até mesmo suprimindo o sistema imunológico. 3) A adoção de práticas corretas de manejo alimentar, uma vez que a correta nutrição favorece um desempenho fisiológico compatível com o desenvolvimento e o crescimento dos animais. 4) O adequado manejo sanitário, pois a ausência de doenças influencia diretamente no grau de bem-estar dos animais. 5) O correto manejo pré-abate e abate, pois normalmente são períodos bastante curtos, em comparação do total do processo produtivo, mas de grande impacto sobre o bem-estar dos animais.</p>	
	<p>Elaborar um Plano de Saúde Veterinária (PSV), que deve estar disponível no local. Um veterinário reconhecido pela autoridade competente deverá aprovar o PSV (nome, filiação e assinatura datada devem ser incluídos). O PSV precisa ser atualizado anualmente ou sempre que houver alterações operacionais a ele relacionadas. O PSV deve incluir, mas não estar limitado ao seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Nome e localização da fazenda; 2) Doenças potenciais, incluindo medidas de prevenção, mitigação e propagação; 3) Medicamentos e tratamentos que podem ser utilizados no empreendimento, incluindo nome, substância ativa, a indicação, o fornecedor, o método de administração, posologia e intervalo de segurança pré-despesca; 4) Relação e data de uso de medicamentos e químicos, bem como receituário emitido por médico veterinário; 5) Controle de parasitário; 6) Procedimentos de biossegurança; 7) Programa de triagem no local por agentes patogênicos relevantes; 8) Avaliação de risco de resíduos de medicamentos em relação a questões de segurança alimentar e potencial impacto sobre populações animais naturais ao redor da fazenda; 9) Registros de visitas do médico veterinário; 	

Áreas temáticas	Obrigatória
Plano de saúde animal	
Medicamentos	
Biossegurança	
10.3.10. Gestão ambiental e da biodiversidade	
Gestão Ambiental	Viveiros ou instalações novos devem ser construídos de acordo com planejamento nacional e respeitando os dispositivos legais. Devem ser posicionados em locais ambientalmente adequados, fazendo uso eficiente dos recursos da terra e

	Importante/Recomendada	Proibida
	<p>10) Frequência e métodos de abate, remoção de eliminação de animais doentes ou mortos;</p> <p>11) Frequência e métodos para monitoramento de mortalidade;</p> <p>12) Outros planos de prevenção, quando aplicáveis (monitoramento de sensibilidade e rotação de medicamentos para evitar a resistência);</p> <p>13) Em caso de suspeita ou surto de uma doença ou se as mortalidades forem maiores que o esperado, o médico veterinário responsável e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento deverão ser notificados;</p> <p>14) Registro de escape de animais das estruturas de cultivo.</p>	
	<p>Utilizar apenas medicamentos aprovados pelas autoridades competentes, nacionais e/ou internacionais, para uso em aquicultura. Os registros do uso de medicamentos devem ser avaliados e os funcionários devem ser capazes de demonstrar conhecimento. Atender as recomendações do fabricante para a aplicação do tempo de carência (tempo de espera mínimo entre a administração do medicamento e o abate do animal para consumo).</p>	
	<p>Documentar um plano de biossegurança que deve incluir, no mínimo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A avaliação de riscos; 2) Capacitação de pessoal; 3) Avaliação de riscos de introdução de patógenos e doenças; 4) Sistemas de profilaxia e higienização; 5) Política de vazio sanitário; 6) Plano de gestão da área. 	
	<p>Comunicar aos órgãos competentes a suspeita de surtos de doenças de notificação obrigatória e monitorar a qualidade da água de cultivo com vistas à enfermidade identificada.</p>	

Áreas temáticas	Obrigatória
Gestão Ambiental	da água e de formas que conservem a biodiversidade (incluindo áreas protegidas e áreas RAMSAR), habitats sensíveis ecologicamente (Áreas de Alto Valor Conservacional) e funções no ecossistema, reconhecendo outros usos da terra, pessoas e espécies dependendo deste mesmo ecossistema.

	Importante/Recomendada	Proibida
	Utilizar os recursos naturais locais de forma cuidadosa e de acordo com a legislação vigente.	
	Adotar práticas de alimentação eficientes para promover a produtividade primária natural, minimizando aporte de nutrientes.	
	Quando observado, dentro ou no entorno da propriedade, mortalidade de aves, mamíferos e répteis é recomendável o registro do episódio e a comunicação às autoridades locais.	
	Todos os procedimentos devem ser documentados de acordo com a Avaliação de Risco Ambiental (ARA)	
	Adotar ações para controle de erosão causado por descargas e efluentes, realizando a manutenção constante dos taludes, enrocamento dos taludes e plantio de gramíneas rasteiras nos taludes e entorno.	
	Todo sedimento removido de lagoas, reservatórios ou bacias de sedimentação deve permanecer dentro da propriedade, tendo uma destinação ambiental adequada.	
	Proteger as comportas de abastecimentos e drenagem com sistemas de telas para evitar os escape dos camarões e a entrada de predadores.	
	Garantir que rações ou produtos contaminados e/ou estragados não sejam utilizados nem descartados diretamente no ambiente. É recomendável que esses produtos sejam descartados de acordo com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos do município ou de acordo com as condicionantes da licença ambiental.	
	Lançar a água residual contendo metabissulfito de sódio em lagoas de decantação, preferencialmente em presença de aeração constante, para sua oxidação a bissulfato e posterior neutralização final com hidróxido de cálcio ou de sódio, antes do seu lançamento no ambiente.	Lançar as águas contendo resíduos de metabissulfito de sódio diretamente no ambiente.

Áreas temáticas

Obrigatória

10.3.11. Bem-estar social e laboral

Representação coletiva

Reclamações

Boas Práticas Sociais

	Importante/Recomendada	Proibida
	Permitir que os funcionários da fazenda formem ou participem de sindicatos (ou conselho de funcionários) e possam negociar coletivamente.	
	Manter canais de comunicação continuamente abertos para que membros da comunidade possam relatar casos de desrespeito aos direitos humanos.	
	Manter um canal para recebimento e respostas à denúncias, sugestões, opiniões ou reclamações relativas às condições de trabalho. Esse canal de comunicação deverá assegurar o sigilo e o anonimato aos funcionários ou a qualquer elemento da sociedade interessado em utilizá-lo. A empresa deve também definir previamente qual será o tempo máximo para a resposta à comunicação efetuada.	
	Adotar práticas não discriminatórias, dando oportunidades iguais, independente de gênero, credo, condição social etc.	
	Comunicar previamente os líderes comunitários quando da expansão da área cultivada na fazenda.	
	Participar de esforços comunitários para melhorar as condições sociais locais, como em saúde, segurança pública e educação, por exemplo.	
	Avaliar a vulnerabilidade social da comunidade do entorno e, quando possível, propor medidas para mitigação.	
	Elaborar um Código de Conduta, Ética e Direitos Humanos do empreendimento. Esse código deve ser revisto a cada três anos.	
	Caso seja elaborado um Código de Conduta, Ética e Direitos Humanos, este deve ser divulgado aos funcionários, e eles devem receber treinamento sobre os assuntos que o Código abrange.	
	Tratar os trabalhadores com o devido respeito e não se envolver ou permitir o abuso físico, verbal ou sexual, o assédio moral ou sexual.	

Áreas temáticas	Obrigatória
Boas Práticas Sociais	
Contratos de trabalho	Estabelecer uma relação de trabalho com seus funcionários em estrita observância ao determinado pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e pela NR31 do MTE , que disciplina o trabalho em empreendimentos aquícolas.
	Fornecer a todos os trabalhadores, sejam temporários ou fixos, informações escritas e compreensíveis sobre as condições de emprego, benefícios, remuneração, horário de trabalho e outras questões trabalhistas pertinentes.
	Os salários dos funcionários devem ser pagos em dia e de acordo com a legislação vigente.
	Os trabalhadores devem ter seus registros individuais e terem uma remuneração digna para os padrões locais ou regionais.
Idade Mínima	Cumprimento da Lei 10.097, de 19 de dezembro de 2000 .
Acesso à educação	

	Importante/Recomendada	Proibida
	Estabelecer um plano de carreira que preveja a avaliação dos funcionários pelo menos uma vez ao ano.	
	Empregar prioritariamente trabalhadores locais.	
		O estabelecimento não deve fazer descontos nos salários a título de punição disciplinar.
		É proibido qualquer trabalho a menores de dezesseis anos, salvo na condição de aprendiz, a partir os 14 anos.
	Incentivar os funcionários e seus filhos a frequentar e concluir o ensino regular.	

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-60930-15-9



9 788560 930159

