

Capítulo 3

**ASPECTOS
BIOLÓGICOS**

Os camarões pertencem ao mais numeroso filo existente no reino animal, os Artrópodes. Eles estão classificados em um sub-filo, Crustacea, que conta com mais de 38.000 representantes. Dentre as 10 classes deste sub-filo, a classe malacostraca, na qual se incluem os camarões cultivados, apresenta mais de 22.600 espécies. A ordem Decapoda, inclui os caranguejos, lagostins, lagostas, e camarões. A família Penaeidae compreende o gênero da maioria dos camarões marinhos de cultivo.

Dentre os camarões peneídeos, diferentes espécies são cultivadas em diferentes pontos do planeta, de acordo com sua maior ou menor adaptabilidade ao meio. Por exemplo, o camarão *F. chinensis*, melhor aclimatizado em temperaturas mais baixas é cultivado na China e em outros países asiáticos, enquanto *L. vannamei*, por outro lado, é a espécie mais cultivada em clima tropical, na América do Sul e Central.

3.1. LITOPENAEUS VANNAMEI

O camarão *Litopenaeus vannamei* é uma espécie encontrada naturalmente desde a porção leste do Oceano Pacífico, na altura de Sonora, no México, até a altura de Thumbes, norte do Peru. É uma espécie marinha, com preferência por fundos de lama, que é encontrada desde a região do infralitoral, até profundidades de 72 metros e na natureza pode chegar a 23 cm. É a espécie comercial mais explorada no sul do México, Guatemala e El Salvador e a espécie mais cultivada do Hemisfério Ocidental.

Devido a sua importância para a aqüicultura e à excelente qualidade de carne (destacando-se seu sabor característico, firmeza da carne e coloração), *L. vannamei* se tornou uma espécie bem conhecida e aceita no mercado internacional. Em função disso, os cultivos dessa espécie vem despertando um interesse crescente por

parte de investidores e produtores de grande parte da América do Sul, Central e até da China.

No Brasil, a introdução de *L. vannamei* foi fundamental para o desenvolvimento da carcinicultura. Além da boa aceitação no mercado, a espécie possui grande capacidade de adaptação às mais variadas condições de cultivo, apresentando altos rendimentos em elevadas densidades, em águas hiper ou oligohalinas. Além disso, suporta ambientes com uma elevada amplitude térmica (entre 9 e 34° C).

Porém, por se tratar de uma espécie exótica, seu processo de adaptação, manejo e propagação demandou uma série de desafios e conquistas importantes, como a produção auto-suficiente de pós-larvas; a criação de bancos de reprodutores, para acabar com a dependência externa de matrizes; a oferta de rações de boa qualidade; além da completa reformulação dos processos tecnológicos adotados até então.

3.2. MORFOLOGIA

O corpo dos camarões peneídeos é comprimido lateralmente e coberto por um exoesqueleto calcificado, constituído de quitina e proteínas, articulado por meio de membranas articulares. Os camarões possuem corpo segmentado, dividido em três regiões: a cabeça (também chamada de céfalon), o tórax (péreion) e o abdômen (pléon). Cada uma dessas regiões é composta por somitos, onde estão inseridos os apêndices (Figura 8 e 9).

A cabeça e o tórax dos peneídeos estão fundidos em uma estrutura única, chamada de cefalotórax, localizada na porção anterior do animal, onde, morfológicamente, três estruturas se destacam: a) a carapaça, que protege as brânquias e os demais órgãos vitais; b) os olhos pedunculados, que se articulam com a cabeça e

são móveis; c) o rostró, uma espécie de “espinho” que serve como estrutura de defesa contra predadores.

O abdômen constitui-se na parte posterior do corpo. Estende-se desde a parte final do cefalotórax até a porção terminal do animal, onde se encontra o telso; possui seis segmentos (somitos), que vão reduzindo o seu diâmetro paulatinamente, até chegar ao último que é um pouco mais largo que os anteriores (característica dos peneídeos). Além disso, o abdômen concentra a maior parte da musculatura dos camarões.

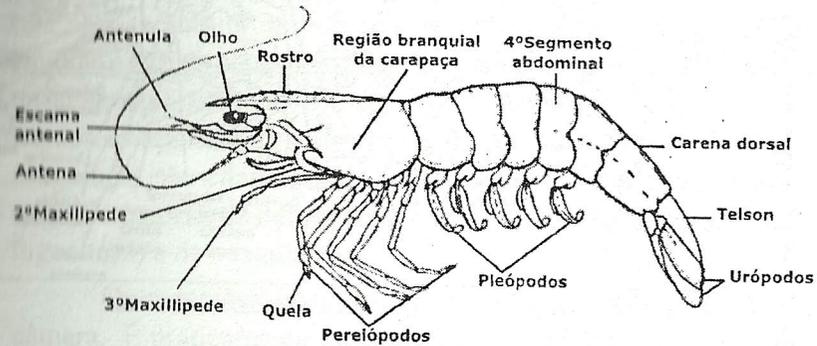


Figura 8. Vista lateral de um camarão peneídeo.

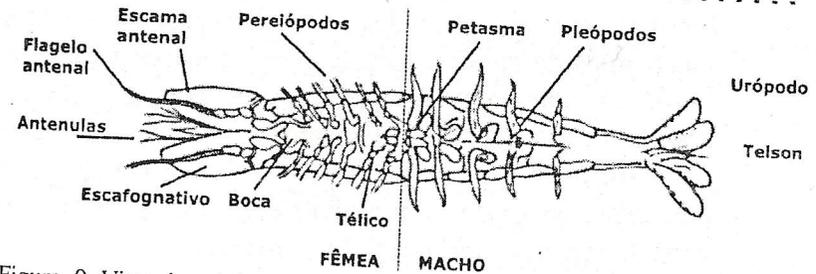
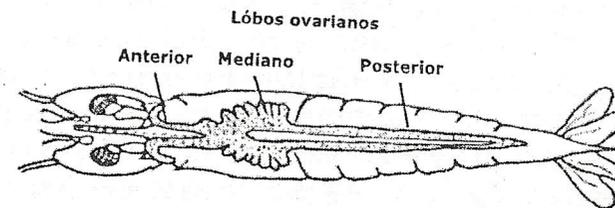
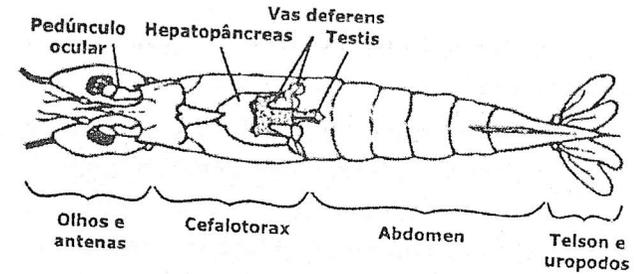


Figura 9. Vista dorsal de uma fêmea com ovários em desenvolvimento e vista ventral de um camarão, para mostrar a posição das estruturas copulatórias em fêmeas e machos.

3.3. APARELHO DIGESTÓRIO

O sistema digestório dos camarões é constituído de um tubo entérico reto, composto pela boca, esôfago, por uma câmara pré-intestinal, pelo mesentério e pelo intestino posterior. O estômago (ou câmara pré-intestinal) e o intestino posterior são recobertos por quitina (mesmo material que compõe o exoesqueleto). O trato

digestivo continua em um ceco posterior e termina no ânus (Figura 10).

O estômago tem a forma de saco, apresentando duas cavidades: câmara cardíaca e câmara pilórica. A primeira apresenta um "molinete" gástrico que serve para ajudar a triturar os alimentos. Já o estômago pilórico está localizado posteriormente ao estômago cardíaco e contém uma espécie de "peneira", composta por setas cuticulares. Essa peneira separa as pequenas partículas alimentares dos resíduos e das partículas maiores, que acabam sendo regurgitados pelo estômago cardíaco e depois pela boca. As partículas alimentares são então deslocadas para a abertura de glândulas digestivas, que estão localizadas acima do mesentério e são conhecidas genericamente por hepatopâncreas. O hepatopâncreas é constituído por numerosos túbulos cegos e contém cinco tipos de células: Cél. E = embrionária; Cél. B = células excretoras, que produzem enzimas digestivas; Cél. R = células de absorção e armazenamento (captam os nutrientes da luz dos túbulos e sintetizam glicogênio e lipídeos); Cél. F = células fibrilares (sintetizam as enzimas digestivas e guardam, como reserva, um vacúolo supranuclear) e Cél. M = meioget.

O hepatopâncreas é responsável pela síntese e secreção de enzimas digestivas, pela absorção, pelo acúmulo e pelo metabolismo de nutrientes importantes para o camarão, como glicogênio, lipídeos, cálcio, cobre, entre outros. Depois do hepatopâncreas, os alimentos, já pré-digeridos, passam pelo intestino, onde também ocorre absorção de nutrientes, e as fezes são eliminadas pelo ânus, localizado na superfície ventral do telson.

As atividades enzimáticas digestivas aumentam significativamente entre uma e quatro horas após fornecido o alimento. Além do arrastamento, outro fator que também influencia é o comprimento de onda da luz que incide sobre os camarões. O

espectro de luz que mais beneficia a digestão do alimento é luz azul-verde. As variações de salinidade, por sua vez, afeta muito pouco as atividades enzimáticas digestivas.

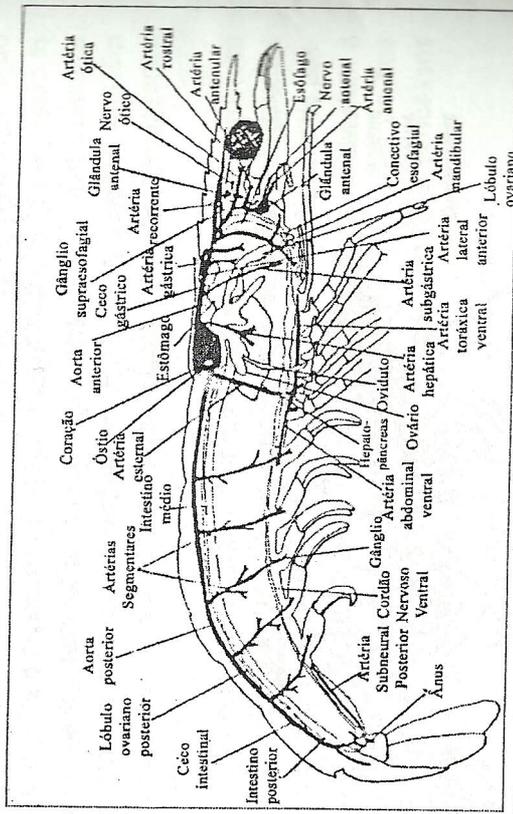


Figura 10. Aspectos anatômicos de *Litopenaeus vannamei*.

3.4. SISTEMA NERVOSO

O "cérebro" está localizado entre as bases dos pedúnculos oculares. Ele é subdividido em três porções, cuja distinção a olho nu não é nada fácil: a) protocérebro; b) deutocérebro; c) tritocérebro. Estruturas chamadas de conectivos circum-esofágicos saem da parte posterior do cérebro e formam um anel ao redor do esôfago, unindo-se novamente na porção posterior do esôfago para formar o cordão nervoso ventral (que pode ser facilmente visualizado através do exoesqueleto). Esse cordão nervoso ventral é duplo e composto por gânglios nervosos associados a cada um dos somitos do corpo.

3.5. SISTEMA CIRCULATÓRIO

Os camarões são animais de sangue frio. Sua temperatura corporal não é mantida constante, como a dos mamíferos, por exemplo, mas sim varia de acordo com a temperatura ambiente.

Respiram através das brânquias, que são estruturas constituídas por lamelas achatadas e estão dispostas em câmaras, fechadas na porção dorsal e abertas na porção ventral, localizadas lateralmente no cefalotórax.

O pigmento respiratório dos camarões é chamado de hemocianina. Utiliza o cobre como metal oxidante (metal que se liga ao oxigênio durante o seu transporte das brânquias até os tecidos) e está disperso pelo plasma. Quando oxigenada, a hemolinfa torna-se azul. Quando o oxigênio se desprende e passa para os tecidos, a hemocianina se descolore, ficando transparente. As células sangüíneas são chamadas de hemócitos e desempenham função antiinflamatória, de defesa contra agentes externos (encapsulação, fagocitose) e de coagulação.

Os camarões possuem um coração simples, de uma só câmara. É praticamente incolor e está sustentado por ligamentos suspensórios às paredes laterais do corpo. O coração bombeia a hemolinfa através de uma bem distribuída rede de artérias, irrigando e oxigenando os mais diversos tecidos. O retorno do sangue ao coração, no entanto, não é feito através de veias (por isso, esse tipo de sistema circulatório é conhecido como aberto). Depois de transferir o oxigênio para os tecidos, a hemolinfa passa pelas brânquias, onde volta a se oxigenar e retorna através de cavidades conhecidas como hemocèles, até o coração, onde adentra através de uma fenda cardíaca conhecida como óstio.

Quando existe algum tipo de invasão nos órgãos ou tecidos dos camarões, causada por um agente patogênico qualquer, existe uma mobilização dos hemócitos em direção a infecção. Em pouco tempo, o plasma fica mais líquido, dificultando a coagulação sangüínea.

Através do batimento do escafognatito (que é uma modificação da maxila), a água é forçada a circular da parte posterior para parte anterior da câmara branquial, passando pelas brânquias. Partindo-se do pressuposto de que a concentração interna de oxigênio é menor do que na água e a de gás carbônico (CO₂), por sua vez, é maior, ao passar pelas brânquias há uma difusão do oxigênio para o interior do animal, enquanto o excesso de CO₂ é eliminado para o ambiente.

As duas principais artérias, responsáveis pela distribuição do sangue para os órgãos e tecidos, podem ser vistas por transparência através do exoesqueleto.

3.6. SISTEMA EXCRETOR

Os órgãos excretores dos crustáceos são compostos por um par de glândulas antenais (também chamadas de glândulas verdes), localizadas na base da cabeça e ligadas por um duto ao nefridióporo (um poro que se abre para o meio externo na base do segundo par de antenas). As glândulas antenais promovem uma rigorosa filtração do sangue, eliminando os resíduos metabólicos, mas promovendo a reabsorção seletiva de substâncias que ainda podem ser aproveitadas pelo animal, como, por exemplo, a glicose.

O principal produto nitrogenado excretado pelos crustáceos, assim como pelos peixes, é a amônia. E, apesar da existência das glândulas antenais, a maior parte da amônia produzida pelos camarões

é excretada diretamente pelas brânquias (através de células especiais, chamadas de nefrócitos) e pelo próprio tegumento dos animais.

3.7. REGULAÇÃO OSMÓTICA

Sempre que houver uma membrana semipermeável, separando dois ambientes ou compartimentos biológicos cujas concentrações de seus líquidos forem distintas entre si, haverá a tendência de passagem de água do meio menos concentrado para aquele de maior concentração, em um processo conhecido como *osmose*.

Nos sistemas biológicos, além da movimentação da água por essas membranas, pode também ocorrer transporte de solutos (sais minerais, por exemplo), causado por gradientes químicos ou elétricos nos tecidos e células.

Camarões são animais osmoconformes e eurihalinos. Utilizam-se da urina e da glândula antenal para eliminar o excesso de sais da corrente sanguínea. Quando os camarões estão em ambientes de baixa salinidade, eles apresentam regulação hiperosmótica em relação à concentração de sais na água (ou seja, as concentrações internas de sais são mantidas em concentrações ligeiramente superiores às do meio externo). Já em ambientes com alta salinidade; os camarões apresentam regulação hiposmótica (isto é, as concentrações internas de sais são menores que as da água).

Animais osmoconformes: são animais cuja concentração de sais na corrente sanguínea é mantida aproximadamente igual a do meio em que vivem. Os sais existentes na água salgada penetram na corrente sanguínea dos camarões pelas brânquias, que são membranas semi-

permeáveis. O camarão L. vannamei, durante a sua fase juvenil, apresenta o seu ponto isosmótico em águas com salinidade entre 18 e 22 ppmil, o que significa dizer, que, quando seu cultivo se dá nessas condições, ele não gasta energia no processo de regulação de sais (osmose). Enquanto os animais osmoconformes não limitam as perdas de água por difusão, os animais osmoreguladores possuem mecanismos biológicos para manter as suas concentrações internas de sais aproximadamente constantes, independentemente das concentrações do meio onde estão.

L. vannamei é uma espécie que suporta muito bem uma grande gama de concentrações salinas. Hoje, já há, inclusive, cultivos dessa espécie sendo realizados em água praticamente doce (oligohalina). Nesse caso, no entanto, é necessário que a água contenha concentrações elevadas de cálcio (água com alta dureza).

Concentrações elevadas de Mg⁺⁺ na hemolinfa provocam uma redução da atividade metabólica dos camarões (efeito anestésico), por afetar as uniões neuromusculares. Estudos recentes revelam que o magnésio também pode alterar a eficiência funcional do pigmento respiratório, a hemocianina.

3.8. MUDA E CRESCIMENTO

Ao contrário dos vertebrados, os camarões não possuem um esqueleto interno, mas sim um esqueleto externo (exoesqueleto), relativamente rígido. Apesar do crescimento dos tecidos internos do camarão ocorrer continuamente através da vida do animal, o

crescimento do exoesqueleto ocorre em ciclos, em um processo conhecido como ecdise, muda ou exuviação. Portanto, a taxa de crescimento dos camarões é uma função da frequência de mudas e do aumento em tamanho após cada muda.

A ecdise é um processo durante o qual todo o metabolismo do camarão sofre alterações substanciais, que levam à digestão parcial do velho exoesqueleto e ao acúmulo, na hemolinfa, das substâncias que compõe o exoesqueleto. Em um primeiro instante, há um aumento considerável do volume da hemolinfa, o que provoca a expansão do novo exoesqueleto, bastante flexível e igualmente hidratado. Em um segundo momento, esse novo exoesqueleto sofre desidratação, seguida pela deposição de minerais (principalmente sais de cálcio e por fósforo) e proteínas (principalmente quitina), adquirindo novamente uma consistência rígida. Das estruturas cuticulares do camarão, apenas os olhos permanecem inalterados, as demais são eliminadas nessa troca de exoesqueleto. A muda começa a ocorrer dias e até semanas antes da substituição propriamente dita do exoesqueleto.

O processo de muda pode ser subdividido em vários estágios, mas, por motivos didáticos, adota-se aqui a sua divisão em quatro etapas:

- Período pós-muda (nessa fase os camarões não se alimentam por falta de apetite): é o período que se segue à eliminação do exoesqueleto. Algumas horas após a muda, o novo exoesqueleto já está duro e o camarão readquire novamente todos os movimentos, retornando aos seus hábitos normais.
- Período intermuda: durante o período intermuda, o exoesqueleto adquire sua consistência mais rígida, através da deposição de proteínas e minerais. A maior parte do tempo, o camarão passa em período intermuda.

- Período pré-muda (pré-ecdise – diminuição do ritmo alimentar): Esse estágio ocorre antes da exuviação e é caracterizado pela separação do exoesqueleto antigo da linha epidermal. Esse exoesqueleto é parcialmente digerido e as reservas energéticas são mobilizadas para o hepatopâncreas. A pré-muda começa com o aumento da concentração do hormônio da muda (HM) na hemolinfa.
- Período de muda (ecdise – nesse período os animais não se alimentam): É uma fase que não dura mais que alguns poucos minutos, ou até segundos. Começa com a ruptura do exoesqueleto antigo, na junção dorsal do cefalotórax com o abdômen e termina quando o camarão abandona o exoesqueleto antigo.

Como se pode perceber, o crescimento é um processo complexo e bastante estressante para os camarões. Durante a muda, quando o novo exoesqueleto ainda está mole, os animais ficam completamente indefesos e expostos a qualquer ataque de predadores, e até de outros camarões da mesma espécie, não conseguindo sequer se alimentar, uma vez que todos os seus apêndices alimentares estão moles.

Ao final do processo de muda, o camarão terá aumentado de tamanho. Esse processo de muda resulta em crescimento descontinuo dos animais, como demonstrado na Figura 11.

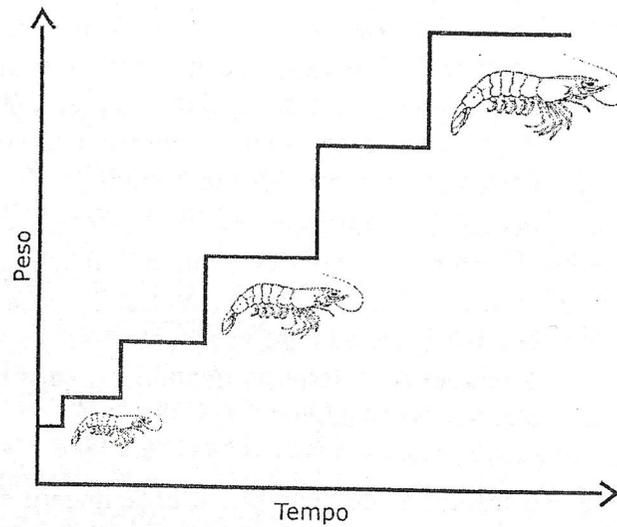


Figura 11. Representação esquemática do ritmo de crescimento descontínuo de um camarão. Como o animal cresce através de ecdises, durante o período de intermuda ele não aumenta de tamanho.

A frequência de muda varia com o tamanho, idade e com as condições ambientais. Em alguns estádios larvais, os camarões podem sofrer mais de uma muda por dia, já os camarões juvenis passam por uma muda a cada 3 a 20 dias.

CURIOSIDADES

Os camarões peneídeos apresentam duas importantes estratégias de sobrevivência:

1) *Capacidade de se enterrar*: para isso, o animal utiliza seus pleópodos, que batem no solo com rapidez, empurrando o sedimento para trás e promovendo a circulação de água.

Desse modo consegue escavar o fundo. Depois, coloca suas antenas em movimento para os lados, para frente e para trás, lançando substrato sobre seu corpo, que fica completamente oculto, deixando apenas as antênulas do lado de fora. Esse fenômeno ocorre toda vez que está em perigo, quando vai realizar a muda (para o seu crescimento) ou quando a temperatura da água está abaixo da ideal.

2) *Mimetismo*: através da expansão e contração dos cromatóforos (pigmentos sob a forma de rosetas, que estão espalhados pela epiderme, ao longo de todo o corpo), os animais conseguem alterar sua coloração, ficando com isto mais claros ou mais escuros em função da cor do substrato (cor do solo) em que vivem. É por isso que camarões cultivados em viveiros com solo claro apresentam uma coloração mais clara e vice versa. Os cromatóforos também são úteis para auxiliar os camarões nos períodos de temperaturas mais baixas. Ao se tornarem mais escuros, os camarões conseguem absorver melhor o calor.

Capítulo 4

**BASES TEÓRICAS PARA O
MANEJO DO SOLO E DA
ÁGUA NOS CULTIVOS DE
CAMARÕES MARINHOS**

Solos de má qualidade ou preparados inadequadamente para o cultivo de organismos aquáticos interferirão negativamente nos resultados técnicos e econômicos que serão alcançados no cultivo, como pode ser visto na *Tabela 5*, que retrata a relação entre a produtividade obtida em cultivos de peixes e a composição do solo dos viveiros. Porém, se essa relação pode ser observada na piscicultura, o que dizer então da carcinicultura, em que os camarões vivem a maior parte do tempo em contato direto com o fundo do viveiro.

Tabela 5 - Relação entre a composição do solo e a produtividade obtida em cultivos de peixes

Produtividade	Fósforo (ppm)	Nitrogênio (ppm)	Carbono Orgânico (%)	Relação C:N
Baixa	< 30	< 250	< 0,5	< 5 e 15 >
Média	30 - 60	250 - 500	0,5 - 1,5	5 - 10:1
Alta	> 60	> 501	1,5 - 2,5	10 - 15:1

Por isso, os cuidados que o técnico deve dispensar à qualidade e ao preparo do solo são tão importantes quanto os cuidados que ele deve tomar em relação à qualidade da água.

Neste capítulo, serão discutidos os fundamentos que devem ser compreendidos para melhor domínio das técnicas de preparo dos viveiros.

4.1. SOLOS

4.1.1. Composição do Solo

Um solo normal é formado por constituintes sólidos, líquidos e gasosos e por seres vivos, móveis ou inertes. No solo inundado, também existem simultaneamente anions e cátions, oriundos dos sais dissolvidos.

O solo constitui também um meio ou substrato no qual vivem numerosos microrganismos responsáveis por processos físicos e químicos que irão influenciar diretamente a qualidade da água, ao mesmo tempo que a qualidade da água afeta a qualidade do solo. Em última análise, essa interação solo/água é determinante para a produtividade dos cultivos de camarões marinhos.

Considerando uma mesma unidade de área, existem pelo menos 100 vezes mais bactérias presentes no solo que na água dos viveiros.

4.1.2. População microbiana do solo

A população microbiana que habita o solo, juntamente com restos de vegetais e diferentes formas animais, confere ao mesmo as características de um sistema vivo e não uma simples massa inerte de substâncias minerais e de resíduos orgânicos.

A extensa flora e fauna representadas pelas numerosas formas de vida que habitam o solo compreendem desde as menores bactérias até os próprios camarões.

A composição quantitativa da população microbiana e sua natureza dependem bastante da origem da natureza do solo e da

composição relativa de seus constituintes minerais e orgânicos.

A composição relativa da população microbiana é ainda afetada pelo tratamento que se dá ao solo de viveiros, o que pode ser facilmente comprovado pela comparação da população microbiológica presente em um solo virgem, não-trabalhado, com a de um solo idêntico, que foi adequadamente preparado para o cultivo de camarões e que recebeu adubos orgânicos e minerais. No primeiro, os microrganismos se acham num estado de equilíbrio, em que a abundância relativa dos vários grupos de bactérias, actinomorfas fungos e protozoários depende das condições naturais do solo. No solo tratado, contudo, tal equilíbrio é frequentemente perturbado, e certos microrganismos multiplicam-se com grande intensidade, em proporções muito superiores ao desenvolvimento de todos os demais grupos. Essa "manipulação", para multiplicação de microrganismos benéficos ao cultivo costuma fazer muita diferença ao final do cultivo, traduzindo os cuidados com o solo em lucros para o carcinicultor.

Bactérias: São encontradas no solo bactérias pertencentes a todas as ordens que formam a classe Bacteria, incluindo formas esporulantes e não esporulantes de bacilos, cocos, vibriões e espirilos. Essas bactérias do solo ainda variam consideravelmente segundo tamanho e forma, tipo de respiração aeróbia e anaeróbia e forma de nutrição autotrófica e heterotrófica.

As bactérias autotróficas, dentre as quais se destacam as nitrificadoras e as sulfurosas, apresentam as seguintes propriedades características:

- A oxidação de substâncias minerais constitui a única fonte de energia para o seu desenvolvimento, não necessitando de nenhum nutriente orgânico para a edificação do seu material celular;

- São sempre incapazes de decompor as substâncias orgânicas, e seu crescimento pode até ser inibido pela presença de certos compostos orgânicos;

- Utilizam exclusivamente o CO_2 como fonte de carbono o qual é assimilado quimiosinteticamente.

As bactérias nitrificadoras são talvez as mais importantes para a carcinicultura, pois participam do ciclo do nitrogênio nos viveiros.

Existem as bactérias que oxidam sais de amônio, produzindo nitratos: *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosospira* e *Nitrosoglaea* e as que oxidam os nitratos a nitritos: *Nitrobacter*, *Nitroglae* e *Nitrotystis*.

As bactérias sulfurosas também estão sempre presentes em viveiros. Elas usam enxofre e seus compostos inorgânicos simples como fonte de energia e oxidam o H_2S e outros sulfatos, o enxofre elementar ou tiosulfato, agindo em meio ácido ou alcalino.

Já as bactérias heterotróficas compreendem a grande maioria dos habitantes do solo. Usam substâncias orgânicas como fonte de energia e estão primariamente relacionadas com a decomposição da celulose e hemiceluloses, gomas e açúcares, proteínas e outros materiais nitrogenados.

Normalmente, as bactérias gram-positivas são mais eficientes na conversão de carbono orgânico em CO_2 , se comparadas com as gram-negativas, que convertem grande porcentagem de carbono orgânico em limo (polissacarídeos, denominados mucilagem, que dificultam a difusão do oxigênio no processo de mineralização do solo). Sugere-se a utilização de bactérias gram-positivas nos viveiros, para diminuir o aumento dos teores de carbono orgânico dissolvido e particulado. Por outro lado, as vibrionáceas (gram-negativas),

na presença de matéria orgânica em excesso, desenvolvem-se mais rapidamente, por utilizarem essa matéria orgânica como substrato.

Actinomicetes: São microorganismos que possuem características intermediárias entre fungos e bactérias (presença de um micélio unicelular, composto de hifas ramificadas) e que participam do processo de decomposição da matéria orgânica.

Fungos: Estão presentes no solo as quatro classes de fungos, a saber: Ficomicetos, Ascomicetos, Basidiomicetos e Fungos Imperfeitos. O crescimento ótimo dos fungos ocorre sob condições de pH 4,5 e 5,5. Por isso, sua presença é indicadora de solos inadequados para a carcinicultura. Com o decréscimo da acidez do solo, cai o número de fungos e aumenta o de bactérias e actinomicetes.

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

Microalgas bentônicas: Estão presentes: Myxohyceae (algas azuis), Chlorophyceae (algas verdes, abundantes em solos ácidos) e as mais importantes para os cultivos de camarões, as Diatomaceae.

4.1.3. Interface Solo e Água

O espaço entre as partículas de solo é ocupado, parte pela água e parte pelo ar, sendo que a relação água/ar influi bastante no desenvolvimento microbiano no solo.

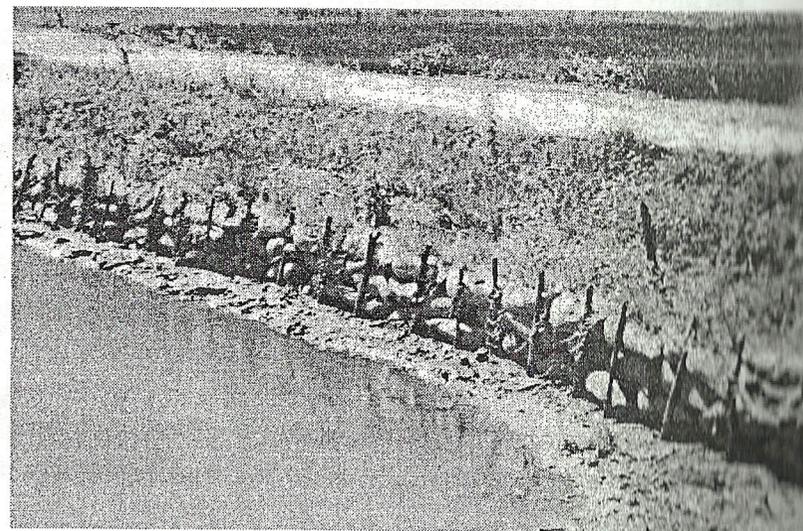
A quantidade de água que adere à superfície de cada partícula

do solo varia com a sua natureza. Permanecendo constantes outros fatores, o teor de ar diminuirá com a diminuição do tamanho das partículas, simplesmente porque diminuindo o porte das partículas aumentará a superfície para a água capilar ocupar. O solo argiloso é, por isso o menos arejado dentre todos os solos.

4.1.4. Classes de solo

Os melhores solos para a construção de viveiros apresentam as seguintes características:

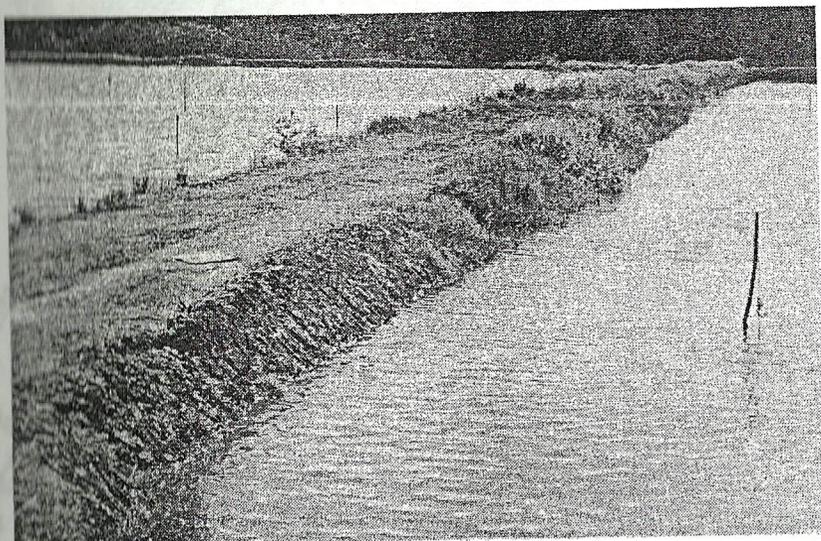
- conteúdo de argila em torno de 15-25%;
- alta plasticidade;
- teores médios de matéria orgânica; e
- pH próximo ao neutro.



Sacos com terra e cimento utilizados para a proteção dos taludes.



Enrocamento dos taludes para evitar a erosão dos viveiros.



Vegetação plantada nos taludes para evitar a sua erosão.

A seguir, serão apresentadas algumas peculiaridades das principais classes de solo utilizadas na carcinicultura.

Solos Arenosos - São pobres em nutrientes, tanto macro quanto micronutrientes. Devido à presença de grandes quantidades de areia, esses solos, especialmente quando a areia grossa predomina sobre a fina, apresentam séria limitação com relação à capacidade de retenção de água nos viveiros. 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.

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 água. Com menores concentrações de nitrogênio na água, as microalgas têm dificuldade para se desenvolver.

Solos Orgânicos - Solos muito ricos em matéria orgânica apresentam excesso de carbono e uma deficiência crônica de oxigênio e nitrogênio. Tais características favorecem o desenvolvimento de fungos e inibem o desenvolvimento de bactérias decompositoras e mineralizadoras. São geralmente solos ácidos (como os de manguezais, por exemplo).

Solos com excesso de matéria orgânica provocam estresse nos camarões, dificultando a sua muda, o crescimento e a osmoregulação, além de afetarem a estabilidade do fitoplâncton no viveiro.

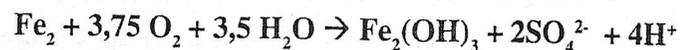
O elevado poder tampão nos solos orgânicos é um sério fator limitante, pois demanda elevadas quantidades de corretivo para neutralizar a toxicidade relativa ao alumínio.

Solos sulfurosos-ácidos (solos orgânicos tiomórficos): São solos orgânicos que apresentam elevada concentração de enxofre elementar (maiores que 0,75%) ou de compostos derivados desse

elemento, de sorte que, quando oxidados (ou seja, nas ocasiões em que os viveiros são esvaziados), tornam-se extremamente ácidos (pH menor que 3,5).

Em um solo nessas condições, os camarões terão dificuldades durante a muda, apresentando problemas para a consolidação (endurecimento) do novo exoesqueleto, o que poderá levá-los à morte.

Solos sulfurosos expostos ao ar caracterizam-se pela formação de manchas avermelhadas no fundo. Essas manchas são resultantes da formação de hidróxido de ferro ($\text{Fe}_2(\text{OH})_3$) ou da oxidação de pirita (FeS_2) e freqüentemente estão associadas à formação de ácido sulfúrico no fundo, levando à redução do pH do solo. A reação para formação desse ácido é a seguinte:



- Uma forma rápida de saber se o solo é sulfuroso ou não é pegar uma pequena amostra e adicionar um pouco de água oxigenada a ela. Se imediatamente se formarem grandes quantidades de bolhas de gás, há grande probabilidade desse solo ser sulfuroso, o que o que irá requerer um tratamento especial do fundo dos viveiros, antes do seu povoamento.
- A concentração de sulfatos em solos considerados normais, usualmente, está em torno de 0,49%. O sulfato aparece quando o potencial redox for menor que - 230 mVA.
- A pirita é estável no sedimento apenas enquanto as condições anaeróbicas forem mantidas (não houver remoção da camada superior de solos orgânicos); uma vez que o solo é exposto ao ar, este mineral começa a ser convertido por determinados microorganismos, assumindo

outras formas minerais como: *Jarosita* – apresenta coloração amarelo-clara, com predomínio de sulfato férrico de potássio; *Goetita* – apresenta coloração amarronzada, com predomínio de óxido de ferro; *Hematita* – de coloração vermelha, com predomínio de óxido de ferro e de outros compostos ferrosos.

4.1.5. Textura

A textura corresponde às proporções relativas de silte, areia e argila na fração terra fina do solo, identificada através do triângulo textural, que pode ser observado na Figura 12.

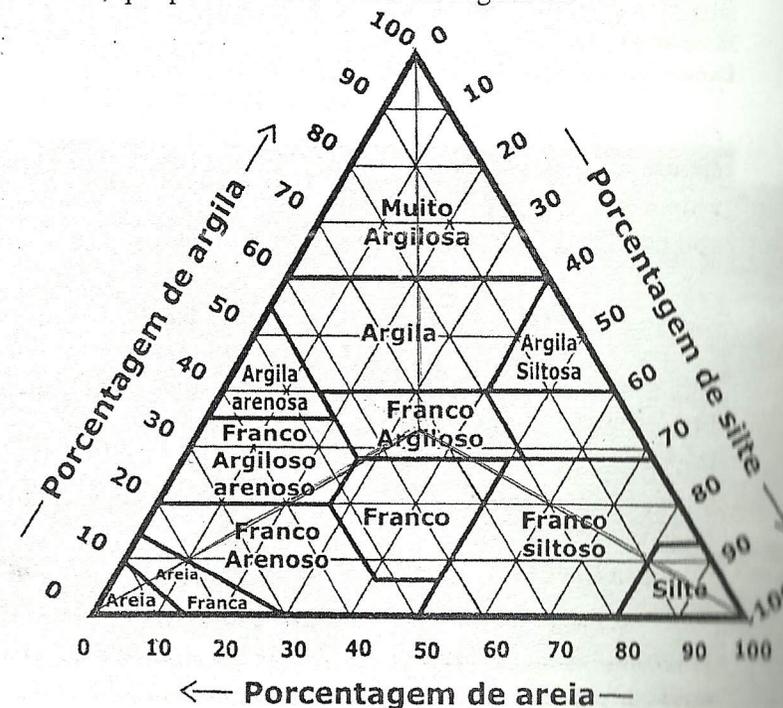


Figura 12. Classes texturais.

Quanto menor o tamanho da partícula de solo, maior será sua área superficial específica (ASE). Enquanto na fração areia a ASE normalmente não chega a $0,1 \text{ m}^2/\text{g}$, na fração argila pode chegar eventualmente a $1.000 \text{ m}^2/\text{g}$.

Quanto menor for a partícula (e, conseqüentemente, maior sua ASE), maior será a capacidade de troca de cátions (CTC). Um mesmo mineral costuma ter CTC muito maior na fração argila (diâmetro menor que 2 mm) do que na fração silte (diâmetro entre 0,05 e 0,002 mm). Isso explica, por exemplo, porque solos com textura argilosa apresentam alta capacidade de adsorção do fósforo. Isso significa que, as cargas elétricas existentes nas partículas de argila atraem os íons fosfato presentes na água, provendo a sua imobilização no fundo do viveiro.

Também, quanto menor for a partícula, menores serão os poros formados entre elas e, assim, menor a infiltração da água. Por isso, solos argilosos retêm muito melhor a água que solos arenosos. Em um solo com 30% de argila, a condutividade hidráulica é de 0-0,1 cm/h. Já em um solo com apenas 5% de argila, a condutividade hidráulica sobe para até 16 cm/h.

4.2. A 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, tanto os animais, quanto os vegetais. No entanto, ela só se mantém sob uma forma estável enquanto existe vida. Com a morte dos organismos, a matéria orgânica se desestabiliza, entra em degradação ou decomposição.

A degradação ou decomposição da matéria orgânica é o resultado da ação dos microorganismos aeróbios ou anaeróbios sobre a matéria, que é utilizada como alimento para esses seres

microscópicos, que estão presentes em todos os ambientes da Terra.

As principais fontes de matéria orgânica nos viveiros são: adubos orgânicos, ração, fezes, fitoplâncton morto. Há, entre tais resíduos, compostos de fácil decomposição, como açúcares simples, proteínas e gorduras. Por outro lado, compostos à base de celulose, lignina e taninos - componentes estruturais das plantas - são de difícil degradação e são justamente tais compostos que determinam a taxa e a velocidade da decomposição da matéria orgânica presente nos viveiros, parâmetros que também podem ser alterados pela temperatura, pelo pH e pela concentração de oxigênio disponível no meio aquático. Sempre que existir oxigênio no ambiente, a degradação da matéria orgânica será feita por microorganismos aeróbios, que digerem a matéria orgânica eliminando gás-carbônico (COD) para o ambiente.

Por outro lado, se a matéria orgânica está presente em um ambiente sem oxigênio, a decomposição será feita por microorganismos anaeróbios, que irão se alimentar dela, eliminando outras substâncias para o ambiente (como gás metano, sulfetos, sulfetos, álcoois e ácidos orgânicos). São os compostos à base de enxofre, liberados pelos microorganismos em ambientes anaeróbios, que produzem aquele cheiro de ovo podre, característico de solos com muita matéria orgânica.

Assim sendo, a matéria orgânica morta é naturalmente instável, entrando em decomposição imediatamente após a morte do organismo que a gerou. Essa matéria só se tornará estável novamente após a sua completa mineralização, ou seja, transformação dos compostos orgânicos em compostos minerais.

A mineralização ou decomposição da matéria orgânica é, portanto, um processo natural. Mas excessos de matéria orgânica

no viveiro irão causar poluição, por aumentarem a quantidade de nutrientes na água, provocar a redução das concentrações de oxigênio dissolvido e aumentarem as concentrações de CO_2 .

A ração utilizada para alimentar os camarões é composta por matéria orgânica morta. Isso é uma das razões que explicam porque não é fácil manter a estabilidade das rações dentro do viveiro. Assim que é colocada no viveiro, a ração iniciará o seu processo de mineralização, que é acelerado pela dissolução de alguns dos seus componentes na água.

4.3. PROCESSOS BIOLÓGICOS EM VIVEIROS

Um viveiro de cultivo de camarões marinhos é, essencialmente, um sistema produtor de matéria orgânica (MO). Fazendo uma comparação, o viveiro seria como uma “fábrica de produção de camarões”. O produtor coloca nesse viveiro pós-larvas de camarões (PI), adiciona fertilizantes, para aumentar a quantidade de alimentos naturais disponíveis (também constituídos por matéria orgânica) e ração (mais matéria orgânica). O que o produtor espera, ao final do cultivo, é converter toda essa matéria orgânica empregada durante o cultivo, em biomassa de camarões.

No entanto, durante esse processo de “fabricação de camarões”, parte da energia aportada ao sistema acaba se “desviando” de seu propósito principal. Parte da ração, além dos fertilizantes adicionados, acaba sofrendo um processo de mineralização. Ao se dissolver na água, os nutrientes criam condições para o desenvolvimento dos produtores primários, tanto das microalgas (fitoplâncton), quanto das bactérias (bacterioplâncton) e alguns tipos protozoários.

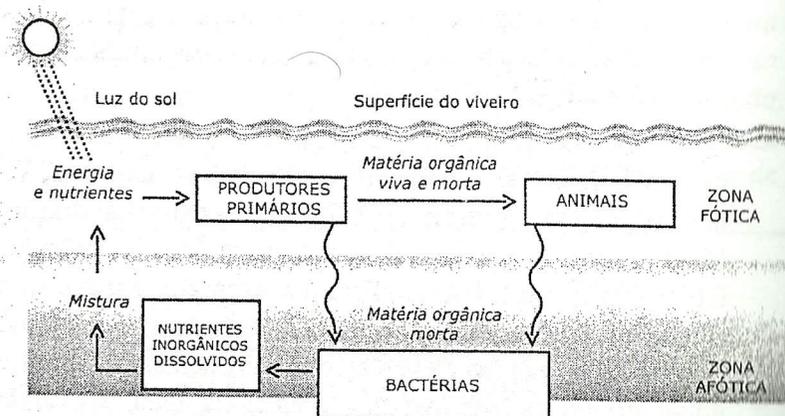


Figura 13. Ciclo biológico em um viveiro de cultivo de camarões marinhos.

4.3.1. O plâncton

Na água, existem algas unicelulares (fitoplâncton), diminutos animais (zooplâncton) e até bactérias (bacterioplâncton) que, em razão de sua pouca ou nenhuma locomoção própria, flutuam ao sabor das correntes, desde a superfície até próximo ao fundo dos viveiros.

Esses organismos, que fazem parte da cadeia trófica, desempenham um importante papel na produtividade primária, secundária e na formação dos detritos gerados nos viveiros.

4.3.2. Produtores primários

Viveiros de cultivo de camarões são sistemas bastante dependentes dos produtores primários, seres que são autotróficos, ou seja, que utilizam energia química e energia luminosa como substrato (“alimento”) energético, não dependendo de nenhuma outra forma de vida para viver. Elas são importantes nos cultivos de camarões porque:

- Viveiros com elevadas concentrações de microalgas, o consumo de alimento é maior que em viveiros baixas concentrações e, conseqüentemente, as taxas de crescimento também o são;
- As microalgas, por via direta ou indireta (através da produtividade secundária e da cadeia de detritos), são as maiores fornecedoras de carbono orgânico para os camarões. As diatomáceas constituem o mais importante grupo de microalgas, pois contêm parede celular composta por sílica, que é mais vulnerável às enzimas digestivas do que as paredes celulares compostas por celulose (lignina), como é o caso dos demais grupos de microalgas;
- As microalgas contêm, em diferentes níveis, aminoácidos e ácidos graxos polinsaturados, 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;
- O fitoplâncton, juntamente com as bactérias, absorve amônia e outros metabólitos tóxicos e os seqüestram da água, convertendo-os em compostos orgânicos, melhorando a qualidade da água;
- Normalmente, o tempo de vida de uma geração de microalgas em um viveiro varia entre 10 a 12 dias;
- As microalgas atuam como bacteriostáticos.

As populações de fitoplâncton mantêm um equilíbrio bastante instável nos viveiros. Em algumas situações especiais, quando as condições de luz e de nutrientes favorecem o crescimento algal, ocorrem verdadeiras explosões populacionais

de algumas espécies oportunistas, formando os chamados "blooms" de fitoplâncton. Nessas ocasiões, a concentração de algas chega a atingir dezenas e até centenas de milhões de células por litro de água, formando manchas ou tomando conta de todo o viveiro. Entretanto, quando as espécies que se desenvolvem são produtoras de toxinas, esses florescimentos podem ser catastróficos para o próprio cultivo, como acontece quando da ocorrência das chamadas "marés vermelhas", ou mesmo o fenômeno conhecido como camarão com sabor de feno.

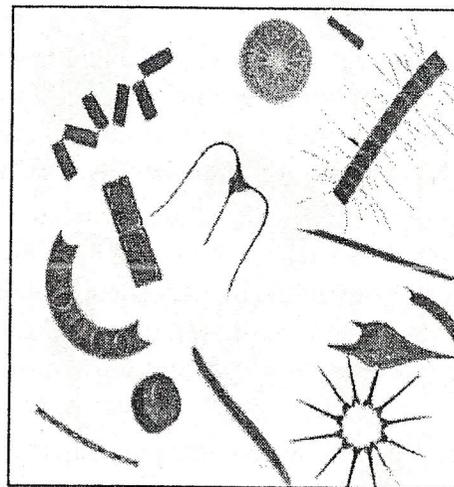


Figura 14. Microalgas fitoplanctônicas.

4.3.3. Zooplâncton

O fito e bacterioplâncton servem como alimento para microscópicos animais presentes no plâncton, o zooplâncton. Os organismos zooplantônicos constituem um importante grupo na

cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, pois são o elo de ligação entre os produtores (fitoplâncton) e os consumidores maiores da cadeia alimentar, como é o caso dos camarões, por exemplo.

Nos viveiros de cultivo de camarões, o zooplâncton está representado principalmente pelos protozoários, rotíferos, ciadóceros e copépodos, desempenhando um papel decisivo na dinâmica destes ambientes, especialmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia.

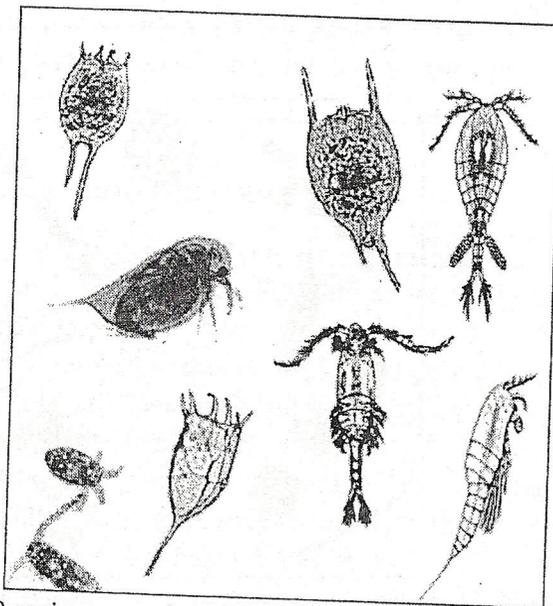


Figura 15. Organismos zooplanctônicos.

4.3.4. Bentos

No fundo dos viveiros há outro grupo de animais e plantas, genericamente conhecidos como organismos bentônicos (do grego 'Benthos' - fundo), que atuam na transformação e reciclagem de

detritos, do material orgânico dissolvido e dos nutrientes depositados no fundo. O Bentos compreende desde formas microscópicas, como fungos e bactérias (microbentos), pequenos invertebrados, como nematóides, anelídeos, poliquetas, bivalvos, (meiofauna), até animais maiores, como os próprios camarões (macrobentos), além de uma grande variedade de plantas (fitobentos).

Por outro lado, os termos macroinvertebrados bentônicos, macrobentos ou macrozoobentos, que são bastante utilizados na carcinicultura se aplicam a animais que ficam retidos em malhas com abertura maiores que 200 μm de diâmetro.

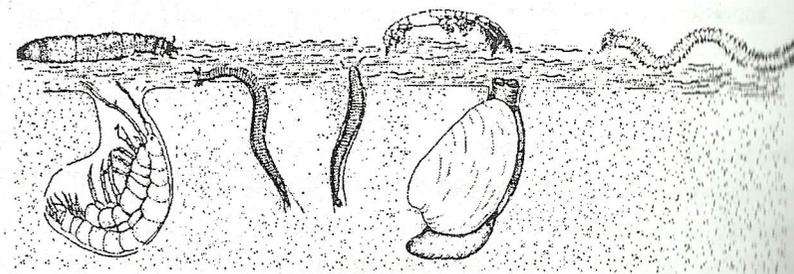


Figura 16 - Organismos bentônicos.

4.3.5. Bactérias

Os aportes de matéria orgânica é que regulam todo o funcionamento desse complexo ecossistema que é um viveiro de cultivo de camarões. A morte dos organismos vivos dentro do viveiro leva à formação de detritos biológicos, que se somam às fezes de camarões, sobras de adubos orgânicos, sobras de ração e camarões mortos. Todo esse material se deposita no fundo do viveiro, onde, muitas vezes, permanece mesmo depois de encerrado um ciclo de produção, na forma de matéria orgânica residual.

Se não for oxidada ou eliminada, a matéria orgânica residual servirá como substrato alimentar para as bactérias, assim que for iniciado um novo ciclo de produção. Essas bactérias, por sua vez, precisam consumir oxigênio para decompor a matéria orgânica. Esse é um processo lento e contínuo mas, como a produção de matéria orgânica residual também continua ocorrendo durante o novo cultivo, a demanda bioquímica por oxigênio (DBO) acaba aumentando cada vez mais. Esse oxigênio consumido pelas bactérias costuma fazer muita falta para os camarões.

As bactérias presentes no solo e na água são, basicamente, constituídas por carbono e nitrogênio. A matéria orgânica existente no viveiro, por sua vez, é rica em carbono. Assim, quanto maior for a concentração de nitrogênio em relação à concentração de carbono presente na matéria orgânica (ou seja, quanto mais baixa for a relação C/N, por exemplo 1 carbono : 15 nitrogênio) mais rapidamente a matéria orgânica será decomposta pelas bactérias.



Figura 17. Bactérias.

NOTAS:

- Quanto mais profundo for o viveiro, maior tende a ser a concentração de matéria orgânica depositada no fundo. Por isso, os viveiros não devem apresentar profundidade maior que dois metros.
- Solos de viveiros para cultivo de camarões tendem a apresentar maiores concentrações de matéria orgânica que solos agrícolas.
- Os fungos e actinomicetes têm menor eficiência na assimilação de carbono que as bactérias, o que significa que não degradam os resíduos orgânicos completamente como as bactérias.
- As bactérias acabam convertendo fontes de carboidratos (dejetos orgânicos, ou seja partículas orgânicas menores que 36µm) em proteína (biomassa bacteriana), que é consumida regularmente pelos camarões durante o cultivo.
- Por isso, o detrito é mais importante para os camarões que o próprio fito e o zooplâncton em si, pois os camarões aumentam a sua eficiência alimentar quando se alimentam de detrito. Isso significa que eles aproveitam melhor o alimento naturalmente disponível no viveiro, exigindo menos ração para crescer.
- 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 camarões.
- Após um grande bloom de fitoplâncton, o camarão pode demorar até duas semanas para apresentar picos nas suas taxas de crescimento. Esse descompasso provavelmente está relacionado ao tempo necessário para que o fitoplâncton se transforme em detritos.

4.4. O PAPEL DO OXIGÊNIO NO PROCESSO DE OXIDAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA RESIDUAL

Como há um consumo muito elevado de oxigênio no fundo do viveiro, é muito comum as concentrações de oxigênio dissolvido caírem a zero na água intersticial (água presente entre os grãos do sedimento). Em condições anaeróbicas (sem oxigênio), a flora bacteriana sofre uma alteração radical, passando a haver um predomínio das bactérias anaeróbicas, o que não é bom para um organismo que, como o camarão, vive em contato direto com o fundo do viveiro.

A concentração de oxigênio dissolvido presente na água intersticial do solo depende da textura deste. Em condições normais essa concentração varia de 0 a 2 ppm.

EXEMPLO:

Bactérias contêm ao redor de 10% de N e 50% de C, em relação ao seu peso seco. Ao mesmo tempo, apresentam uma eficiência na assimilação de C de 5%, o que significa que, para cada 100 g de um substrato orgânico, irão converter apenas 5 g em biomassa bacteriana.

Considerando um técnico que irá utilizar, durante a preparação do viveiro, 1.000 kg de esterco (matéria seca) por hectare e que esse esterco contenha 2% de N e 40% de C (ou seja, uma relação C/N de 40/2 ou de 20:1), têm-se:

- *Desses 1.000 kg de esterco, 400 kg (40%) são carbono e 20 kg (2%) nitrogênio;*
- *As bactérias aproveitam 5% do carbono existente nesse esterco, ou seja, 20 kg (400 kg x 0,05);*
- *Como metade (50%) da biomassa das bactérias é*

carbono, a biomassa total de bactérias a ser produzida com 1.000 kg de esterco será igual a 40 kg (50% das bactérias = 20 kg → 100% das bactérias = 40 kg);

- *Como 2% da biomassa das bactérias é nitrogênio e como a biomassa total de bactérias é de 40 kg, a biomassa bacteriana contém 0,8 kg de nitrogênio (40 kg x 0,02);*
- *Como no esterco havia 20 kg de nitrogênio e as bactérias irão incorporar apenas 0,8 kg, elas irão liberar todo ou parte do excesso para água (20 kg - 0,8 kg = 19,2 kg). Esses 19,2 kg de nitrogênio potencialmente liberados irão promover o desenvolvimento do fitoplâncton, ou seja, servirão como meio de fertilizante do viveiro;*
- *Caso a quantidade de nitrogênio presente no esterco ou na ração fosse menor que a quantidade exigida pelas bactérias, elas poderiam retirar parte do nitrogênio requerido da água, diminuindo a quantidade de nitrogênio disponível para o fitoplâncton;*
- *Para degradar integralmente 100 kg de matéria orgânica contendo 40% carbono, as bactérias consumiriam cerca de 106,7 Kg de oxigênio. Porém, como na realidade a matéria orgânica não se degrada totalmente nos viveiros, estima-se que a demanda de oxigênio seja de aproximadamente 70% deste valor (75 kg de oxigênio para cada 100 kg de matéria orgânica).*

4.4.1. Dicas e curiosidades

- Solos de viveiros de cultivo semi-intensivo normalmente apresentam uma relação C/N igual ou superior à ideal. Já os solos de viveiros de cultivos intensivos, onde os camarões são submetidos a regimes alimentares mais rigorosos e mais ricos em proteína, tendem a apresentar baixas relações C/N (inferiores a 10:1);
- A análise de solo é muito importante para identificação da porcentagem natural de matéria orgânica no solo. Teores ideais de matéria orgânica variam entre 2% e 4%, de acordo com a textura do substrato;
- Cerca de 58% da matéria orgânica presente no solo é composta por carbono. Assim, para se converter a porcentagem de carbono em porcentagem de matéria orgânica, basta multiplicar a porcentagem de carbono por 1,72;
- Os solos mais orgânicos que existem apresentam cerca de 20% de matéria orgânica. Esse tipo de solo não deve ser utilizados para cultivo de camarões;
- Em viveiros em que não se adota o uso de aeradores, sugere-se a utilização de, no máximo, 35-40 kg de ração/ha/dia. Quantidades superiores tendem a fazer com que a qualidade da água no viveiro se deteriore rapidamente;
- A espuma persistente que se forma com certa frequência na superfície dos viveiros pode ser um sinal de altas concentrações de matéria orgânica no solo e, por conseguinte, na água;
- Em um viveiro bem preparado, a densidade de organismos bentônicos deve ficar acima de 1.000 indivíduos/m². Essa concentração é particularmente importante nos cultivos de

espécies mais carnívoras de camarões, como, por exemplo, *F. subtilis* e *F. paulensis*;

- A respiração dos solos aumenta muito nos primeiros três dias após o viveiro ser esvaziado. No entanto, em solos completamente secos, a taxa de decomposição decresce, por isso, se o objetivo for acelerar a decomposição da matéria orgânica, não é aconselhável deixar o solo secando por mais de 5 dias;
- Potencial de oxiredução (Eh): esta é uma variável que mede a transferência de elétrons envolvida em uma reação química qualquer. A medição do Eh no solo é feita com a utilização de um eletrodo padrão de hidrogênio, e o resultado é expresso em milivolt - mv. O Eh da água e solos bem oxigenados varia de +0,4 a +0,7 mv, enquanto que em solos anaeróbios chega a - 0,3 mv.

4.5. DESINFECÇÃO DE VIVEIROS

Muitas vezes, o técnico precisará desinfetar os viveiros entre dois ciclos de produção, para evitar que resíduos orgânicos, organismos ou microorganismos indesejáveis venham a prejudicar o andamento do cultivo que será iniciado. Dependendo da dose, os tratamentos adotados poderão apresentar efeitos antisépticos, desinfetantes ou esterilizantes:

- antisépticos: produtos químicos utilizados em concentração suficiente para inibir o crescimento de microorganismos;
- desinfetantes: produtos aplicados em dosagens fortes o bastante para destruir os organismos indesejáveis;
- esterilizantes: produtos ou tratamentos que promovem a eliminação completa de todos os organismos vivos de um determinado ambiente.

Em viveiros de camarões, os tratamentos mais desejáveis são aqueles em que os produtos químicos utilizados funcionam como desinfetantes, eliminando os organismos patogênicos, mas mantendo vivos aqueles organismos considerados benéficos ao sistema de cultivo. Por outro lado, é tecnicamente impossível e economicamente inviável esterilizar um viveiro de cultivo de camarões.

4.5.1. O uso de cloro

O cloro é um produto frequentemente usado na carcinicultura. Ele é utilizado principalmente na água, para eliminar os organismos indesejáveis no viveiro. Não está cientificamente comprovado, mas há fortes evidências de que o uso de cloro pode reduzir a ocorrência da doença conhecida como "cabeça amarela" ("yellow head") nos cultivos. Mas, por ser bastante tóxico, seu uso deve ser controlado e utilizado apenas durante a preparação do viveiro (antes do povoamento ocorrer), pois pode provocar a morte dos camarões cultivados.

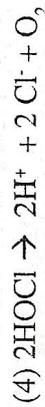
O cloro pode ser aplicado em diferentes formas químicas. As mais utilizadas para desinfecção da água são: o gás cloro (Cl_2) e o hipoclorito de sódio ($NaOCl$) ou o hipoclorito de cálcio $Ca(OCl)_2$. Ao reagir com a água, o gás cloro forma ácido hipocloroso ($HOCl$), que se dissocia para formar o íon hipoclorito (OCl^-) e íons hidrogênio, conforme as reações que se seguem:



Da mesma forma, o hipoclorito de cálcio se ioniza em Ca^{2+} e OCl^- quando dissolvido em água:



O poder desinfetante do gás cloro e do ácido hipocloroso é 100 vezes maior do que o hipoclorito e os resíduos livres de cloro são capazes de oxidar a matéria orgânica, nitrato, íons ferrosos e sulfetos. Por participar de uma série de reações químicas, o poder desinfetante dos resíduos livres de cloro vai diminuindo rapidamente com o tempo. Além disso, a luz solar provê energia para a reação pela qual o ácido hipocloroso é reduzido a cloroeto (Cl^-), que não é tóxico:



A porcentagem de Cl_2 , $HOCl$ e Cl^- na água, depende do pH. Em águas salobras ou salgadas, o pH tende a se manter acima de 7. Nessa condição, as reações 1 e 2 são deslocadas para a direita e praticamente todo o gás cloro se transforma em ácido hipocloroso e hipoclorito. Assim, a aplicação de cloro associado a alguma substância que reduza o pH da água ou do solo irá tornar o produto muito mais tóxico (com a formação de ácido hipocloroso) para os microorganismos presentes no viveiro. Porém, a efetividade do cloro é reduzida tanto pela presença de matéria orgânica no ambiente, quanto pela turbidez da água.

O cloro é bastante tóxico para os seres humanos. Por isso, o produto só deve ser manipulado com auxílio de luvas e máscara.

4.5.2. Óxido de cálcio (CaO) ou hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂)

Em contato com a água, a cal virgem (CaO) libera calor, além de aumentar muito e rapidamente o pH da água e do solo, provocando a morte dos organismos aquáticos que estiverem presentes no ambiente.

Já a cal hidratada mata exclusivamente pelo aumento de pH, pois não eleva a temperatura da água. A quantidade recomendada para eliminação dos organismos indesejados, durante a preparação do viveiro, é de 2 t/ha.

4.6. CORREÇÃO DO SOLO

A aplicação de um material calcário (que pode estar na forma de carbonato, óxido ou hidróxido), neutraliza a acidez do solo. Geralmente, os produtos mais utilizados são o calcário calcítico (CaCO₃), dolomítico (CaMg(CO₃)₂), cal virgem (CaO) ou cal hidratada (Ca(OH)₂).

A correção do solo é um processo muito importante na preparação de um viveiro e tem como objetivos: a) garantir melhores condições de sobrevivência dos camarões; b) dar condições para que os demais procedimentos de manejo possam ter sucesso, principalmente a fertilização dos viveiros.

O calcário tem a capacidade de:

- elevar o valor do pH do solo: Em viveiros com solo excessivamente ácidos, há uma tendência de que a água também o seja; que seja mais difícil promover o aumento do fitoplâncton e que os camarões apresentem 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 ficar retido

no solo. A aplicação de calcário aumenta o pH, fazendo com que menos fósforo fique retido no solo e aumentando a sua disponibilidade para o fitoplâncton;

- aumentar a quantidade de gás carbônico para a fotossíntese: O calcário ou a cal adicionados ao solo vai reagir com a água e produzir gás carbônico. O fitoplâncton precisa desse gás para realizar a fotossíntese;
- para diminuir a turbidez da água e a quantidade de material em suspensão;
- aumentar a alcalinidade da água; e
- promover o crescimento e, ou, a manutenção populacional das bactérias desejáveis no viveiro.

4.7. FERTILIZAÇÃO

Os viveiros de cultivo de camarões devem ser fertilizados regularmente, podendo, para isso, ser utilizados adubos químicos ou orgânicos, que contenham, principalmente, nitrogênio e fósforo. Os fertilizantes têm a função de estimular o desenvolvimento de toda a cadeia trófica existente no viveiro.

O primeiro nível trófico a se beneficiar das fertilizações são os seres autotróficos (fitoplâncton e bacterioplâncton), que assimilam os nutrientes dissolvidos na água e, em presença de luz, os transformam em biomassa, que irá sustentar os demais elos dessa cadeia.

No entanto, um fator muito importante a se considerar em um programa de fertilizações é que tanto o nitrogênio, quanto o fósforo, não permanecem muito tempo na água. Rapidamente, eles são incorporados aos organismos vivos ou se depositam no solo. Já está comprovado que quando se aplicam doses elevadas de fertilizantes nitrogenados, grande parte é absorvida, em poucos dias,

pelos colóides presentes no solo.

Portanto, sugere-se um programa de fertilização em que: as comportas de saída sejam totalmente fechadas; as doses sejam aplicadas em dias alternados, mas apenas se os dias estiverem claros, caso contrário não deve haver fertilização. Preferencialmente, os fertilizantes devem ser aplicados pela manhã.

OBSERVAÇÕES:

Para evitar complicações com as reações advindas do processo de fertilização, sugere-se que o nível de água do viveiro seja previamente reduzido em 20%. Este procedimento possibilita a utilização racional de água nova, entretanto no viveiro, porém sem o desperdício de fertilizantes, perdido através da comporta de saída.

4.7.1. Fertilizantes químicos

A princípio, todos os fertilizantes utilizados na agricultura podem também ser utilizados na carcinicultura. O importante é que eles 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). Assim, um fertilizante N:P:K denominado, por exemplo, de 20:20:5 contém 20% de nitrogênio, 20% de fósforo, na forma de P_2O_5 , e 5% de potássio, na forma de K_2O .

Em água salobra ou salgada, raramente o potássio será um fator limitante ao desenvolvimento do fitoplâncton. Assim, raramente ele deve ser fornecido na forma de fertilizante.

Entretanto, se o cultivo de camarões for realizado em águas oligohalinas, o uso de fertilizante a base de potássio passa a ser indispensável, pois esse elemento pode se tornar um fator limitante tanto para o fitoplâncton, quanto para os próprios camarões.

O fertilizante mais usado como fonte de nitrogênio é a uréia, principalmente porque é barata. No entanto, excesso de uréia pode levar a um aumento da concentração de amônia na água, e a amônia é um composto tóxico para os camarões. Já os fertilizantes à base de nitrato apresentam melhores resultados, mas, por outro lado, são bem mais caros que a uréia.

Fornecer nitrogênio combinado com fósforo costuma propiciar melhores resultados que os obtidos com o uso de fósforo ou nitrogênio isoladamente.

Tabela 6 – Fertilizantes químicos utilizados e as respectivas concentrações médias de nutrientes

Fertilizante	Porcentagem		
	N	P_2O_5	K_2O
Uréia	45	0	0
Nitrato de cálcio	15	0	0
Nitrato de sódio	16	0	0
Nitrato de amônio	33-35	0	0
Sulfato de amônio	20-21	0	0
Superfosfato	0	18-20	0
Superfosfato triplo	0	44-54	0
Monoamônio fosfato	11	48	0
Diamônio fosfato	18	48	0
Metafosfato de cálcio	0	62-64	0
Nitrato de potássio	13	0	44
Sulfato de potássio	0	0	50

4.7.2. Fertilizantes orgânicos (esterços)

A diferença básica entre os fertilizantes químicos e os orgânicos é que os últimos apresentam uma quantidade muito menor de nutrientes e uma grande porcentagem de umidade e de fibras. Assim, a quantidade de esterco que deve ser aplicada para se obter o mesmo efeito é sempre muito maior que a quantidade de fertilizantes químicos. Um quilo de uréia contém a mesma quantidade de nitrogênio que 75 kg de esterco bovino. Em um quilo de superfosfato triplo encontra-se a mesma quantidade de fósforo que em 167 kg de esterco suíno.

Além das concentrações de nutrientes contidas nos esterços serem muito reduzidas, costumam variar muito, ao contrário das concentrações de nutrientes contidas nos adubos químicos.

Por outro lado, os adubos orgânicos, ao contrário dos adubos químicos, apresentam um grande número de microelementos em sua constituição, o que faz com que os resultados obtidos com o uso de adubos orgânicos sejam também bastante satisfatórios.

Tabela 7 - Concentração aproximada de nutrientes em resíduos de diversos animais

Animal	Porcentagem			
	Umidade	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
Cavalo	72	1,2	1,3	0,6
Suíno	82	0,5	0,3	0,4
Ovelha	77	1,4	0,5	1,2
Cama de aviário	ND*	0,4	0,3	0,1

*ND - Informação não-disponível.

Notas:

- A solubilidade de um fertilizante depende do tamanho da sua partícula e de sua composição química.
- A solubilidade é importante para determinação da eficiência do fertilizante.
- Os fertilizantes a base de monofosfato são mantidos por mais tempo na água que os superfosfatos. Esse 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 ao substrato.
- Como referência, as densidades de microalgas consideradas ideais em viveiros de cultivo de camarões localizados em regiões tropicais são de aproximadamente 10.000 células/ml. Desse total, a concentração mínima de diatomáceas deve ser de pelo menos 3.000 células/ml, no inverno, e de, no mínimo, 5.000 células/ml, durante o verão.
- A concentração de fosfato na água não pode ser excessivamente elevada, pois isso pode atrapalhar a calcificação do exoesqueleto dos camarões. Por outro lado, se as concentrações forem excessivamente baixas, pode haver proliferação dos vírios e redução das concentrações fitoplanctônicas.
- Se a água dos viveiros apresentar baixa alcalinidade, a fertilização não será tão efetiva e a maior parte dos fertilizantes será perdida. Normalmente, esse fenômeno está associado a solos ácidos. Nessas condições, sugere-se a utilização de fosfato granulado, em concentração de 20 kg/ha, aplicado em bolsas mantidas dentro dos viveiros. Dessa forma, o fósforo vai sendo disponibilizado pouco a pouco

para a coluna d'água, evitando-se a sua imobilização no substrato.

- Os fertilizantes líquidos são até quatro vezes mais solúveis na água que os fertilizantes sólidos.

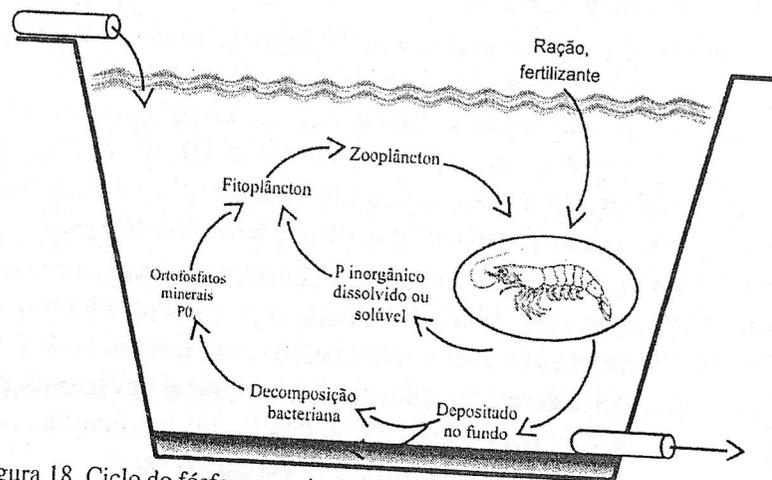


Figura 18. Ciclo do fósforo em viveiros de cultivo de camarões marinhos.

4.8. QUALIDADE DA ÁGUA

4.8.1. Temperatura

Camarões são animais pecilotermos (de sangue frio), ou seja, quanto maior for a temperatura da água (evidentemente, que dentro dos limites de conforto de cada espécie), mais intensas serão as suas atividades metabólicas (principalmente consumo de ração e velocidade de crescimento). Por isso, a temperatura é um dos parâmetros mais importantes para os cultivos de camarões.

No caso dos cultivos de *Litopenaeus vannamei* realizados na Região Sul do Brasil, os cultivos de inverno 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 aproveitarem 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 a Região Sul ou Sudeste.

A temperatura da água depende da temperatura atmosférica e da irradiação 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. Os ventos podem fazer com que as camadas de água se misturem, mas, dependendo das condições ambientais, isso pode não ocorrer, havendo a formação de uma ou mais camadas de diferentes temperaturas e, portanto, de diferentes densidades no viveiro. Por isso, viveiros de cultivo de camarões não podem ser profundos. Quanto maior a profundidade, maior o risco de ocorrerem estratificações.

A zona onde a temperatura muda rapidamente e que separa os dois estratos de água é chamada de termoclina. A estabilidade da estratificação é determinada pela quantidade de energia requerida para misturar a água do viveiro. Quanto mais estável for a estratificação, maior a quantidade de energia a ser aplicada para acabar com o problema. Isso explica parcialmente porque um dos procedimentos necessário para se intensificar um cultivo é aumentar a quantidade ou potência de aeradores em viveiros.

A estratificação também pode ser originada a partir da diferença de salinidade entre camadas da coluna d'água. Por exemplo, a água da chuva, doce e menos densa, não se mistura facilmente com a água salgada, mais densa, formando estratos bem definidos no viveiro.

Ocorre que o fitoplâncton se concentra naturalmente nas camadas mais superficiais da coluna d'água, onde a incidência de luz é maior. Assim, a camada superficial, conhecida como epilímnio, caracteriza-se como uma zona produtora de oxigênio e de matéria orgânica. Já a camada inferior (hipolímnio) caracteriza-se como uma zona de consumo, tanto de matéria orgânica como de oxigênio. 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 dispersam, concentrando-se próximo ao fundo do viveiro, alterando a qualidade da água e diminuindo as condições de sobrevivência dos camarões.

Por isso, tanto quanto aumentar as concentrações de oxigênio dissolvido, o uso de aeradores tem a função de impedir ou de eliminar a ocorrência de estratificações nos viveiros.

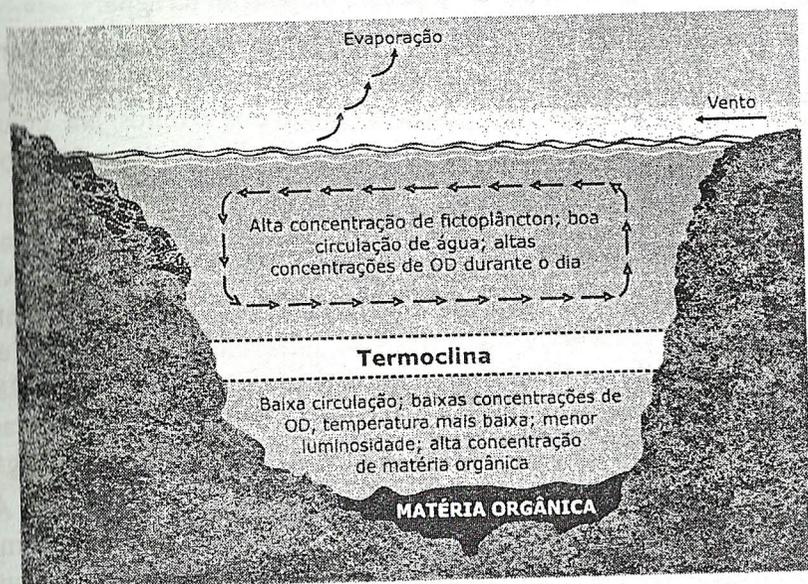


Figura 19. Termocline.

4.8.2. Oxigênio dissolvido

O oxigênio é o mais vital dos elementos necessários para a vida dos camarões e de qualquer organismo que respire nos viveiros (insetos, plâncton, bactérias, etc).

Ele se dissolve na água, daí o termo "oxigênio dissolvido". Porém, a sua solubilidade é dependente da temperatura, salinidade e da pressão atmosférica.

O meio aquático constitui um ambiente naturalmente pobre em oxigênio, em função da baixa solubilidade deste. Uma água com 25 ppmil de salinidades e temperatura de 25°C não contem mais que 7,2 mg/l de oxigênio dissolvido, ou seja, 7,2 partes de oxigênio para um milhão de partes de água - no ar encontramos uma quantidade de oxigênio cerca de 20.000 vezes maior que na água. Como se isso não bastasse, o acesso do oxigênio ao interior da massa líquida é extremamente lento (difusão), dificultando muito sua renovação. Isso faz com que um excessivo fornecimento de matéria orgânica assimilável no viveiro (na forma de ração e de adubos orgânicos) leve a um rápido decréscimo das concentrações de oxigênio, colocando em risco toda vida aeróbia no meio aquático, desde os microorganismos até os camarões.

Porcentagem de saturação: Aproximadamente 20% do volume e da pressão dos gases no ar é oxigênio. Quando a água está em contato com a atmosfera, o oxigênio do ar irá se dissolver na água, até que as pressões do oxigênio no ar e na água se igualem. Essa condição é chamada de equilíbrio, ou de saturação. A concentração de OD no ponto de equilíbrio aumenta com a pressão e diminui com o aumento da temperatura e da salinidade. Assim, a porcentagem de saturação é uma relação porcentual entre a quantidade de

oxigênio existente na água e a concentração máxima possível. Por exemplo, no nível do mar, em uma temperatura de 20°C e salinidade de 15 ppmil, a água se satura quando a concentração de OD chega a 8,31 mg/l, enquanto, nas mesmas condições, mas à temperatura de 30°C, solubilizam-se apenas 6,94 mg de oxigênio por litro de água, ou seja, a saturação ocorre com 17% a menos OD que a 20°C.

A concentração de OD na água de viveiros depende da atividade do fitoplâncton, que é o maior produtor de oxigênio nesses ambientes. Em dias ensolarados, a produção de OD pelo fitoplâncton supera o consumo. Porém, em dias nublados, ou então à noite, o consumo supera a produção, de modo que o fitoplâncton passa a ser, juntamente com as bactérias presentes na água e no solo, o maior responsável pela redução das concentrações de OD na água.

Quanto maior for a temperatura da água e quanto maior for a sua salinidade, menor será a quantidade de oxigênio que poderá se dissolver nela. Por isso, os problemas de falta de oxigênio costumam ocorrer com maior intensidade nos meses mais quentes do ano.

A necessidade de oxigênio varia de acordo com a espécie cultivada, com o seu estágio de vida e das condições do cultivo. Os camarões preferem concentrações superiores a 4 mg, embora a maioria das espécies suporte concentrações inferiores a 1,5 mg/l de oxigênio, por curtos períodos de tempo. Em concentrações de OD entre 1,5-3,0 mg/l as taxas de crescimento se tornam bastante reduzidas e a possibilidade de ocorrência de doenças aumenta.

Há algumas situações muito bem definidas, em que há grande probabilidade de ocorrer quedas drásticas nas concentrações de OD nos viveiros. Os produtores devem estar alertas:

- Em dias ensolarados e viveiros com elevadas densidades de fitoplâncton (viveiros de baixa transparência - leitura do disco de Secchi menor que 30 cm): Nessas condições, a água fica supersaturada de OD durante o dia, mas à noite as concentrações podem cair a níveis críticos, em função do elevado consumo pelo fitoplâncton e pelos demais elementos presentes no viveiro;
- Em ocasiões em que o céu permanecer encoberto por vários dias e houver excesso de fitoplâncton nos viveiros: nesse caso, o déficit na produção de OD pode ocorrer inclusive durante o dia;
- Quando ocorre a morte rápida de grandes quantidades do fitoplâncton existente no viveiro (die-off): o fitoplâncton será decomposto, num processo que consome grandes quantidades do oxigênio disponível na água;
- Em períodos de chuvas e ventos intensos: a movimentação da água pode provocar a ressuspensão da matéria orgânica que está depositada no fundo dos viveiros. Na coluna da água, grande parte do oxigênio dissolvido será então gasta na oxidação dessa matéria orgânica;
- Quando a densidade de povoamento for muito elevada: Quanto maior for a biomassa de camarões nos viveiros, maior será o consumo de oxigênio, tanto pelo aumento das taxas totais de respiração, quanto pelo aumento do aporte de matéria orgânica ao sistema. Esse é o caso mais clássico das quedas nas concentrações de OD e de mortalidade de camarões, que geralmente ocorre no final da madrugada;
- Quando há falhas nos equipamentos de aeração. Ao se intensificarem os cultivos, povoando-se o viveiro com mais camarões por unidade de área do que a capacidade de suporte do ambiente, há a necessidade de aeração artificial dos

viveiros. Nesse caso, qualquer falha dos equipamentos de aeração pode ser fatal.

Shigueno (1975) determinou que os principais consumidores de OD em um viveiro de cultivo semi-intensivo, com uma densidade de até 150.000 animais/ha eram os seguintes: Camarão cultivado - 8,6%; Peixes - 6,7%; Outras espécies de animais - 0,5%; Microorganismos presentes no fundo do viveiro - 14,8%; Algas, bactérias e detritos presentes na água - 69,4%.

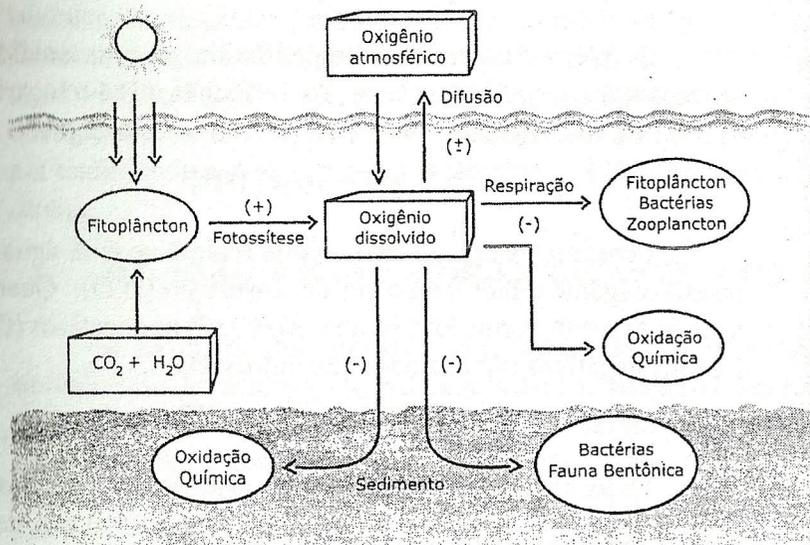


Figura 20. Ciclo natural do oxigênio em viveiros de cultivo de camarões marinhos. Os pontos indicados com (+) significam produção de oxigênio e com (-) significam consumo. O diagrama mostra que existem muito mais pontos de consumo do que de produção, o que ressalta a importância da aeração e da renovação de água, para manutenção da qualidade da água nos viveiros.

4.8.3. DBO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é representada pela quantidade de oxigênio consumida, por unidade de volume de água, através da metabolização da matéria biodegradável por microorganismos vivos ou por suas enzimas. A DBO é expressa em miligramas de oxigênio consumido por litro de água. Em viveiros de cultivo de camarões, a DBO não deve exceder a 30mg/l.

O incremento na concentração de compostos orgânicos na água, leva a um maior consumo de oxigênio (por permitir o aumento de população de microorganismos que degradam essa matéria orgânica). Se as fontes de OD no viveiro forem escassas, ou se a população de microorganismos aumentar muito, as concentrações de OD poderão baixar perigosamente, até não haver mais oxigênio água, com conseqüente morte de todos os organismos aeróbios.

Esse é considerado também um dos impactos ambientais mais significativos atribuído às fazendas de cultivo de camarões marinhos: os danos ao ambiente causados pelo excesso de compostos orgânicos aportados aos ambientes adjacentes às fazendas. É interessante notar que esse impacto não está relacionado obrigatoriamente à introdução de elementos nocivos ou tóxicos ao ambiente, mas a "simples" aportes de efluentes orgânicos, que são considerados potencialmente poluidores.

Isso ocorre porque, como já foi discutido, grande parte da matéria orgânica sedimenta. Nos ambientes naturais, a sua velocidade de decomposição pode ser mais lenta que em um viveiro, pois o ambiente não pode ser drenado e submetido a processos de eliminação da matéria orgânica residual. Assim, em áreas adjacentes a grandes fazendas ou a grandes concentrações de fazendas, pode haver formação de depósitos de lodo ou matéria orgânica no fundo.

Nesses casos, a decomposição desse material orgânico se dará de forma lenta e anaeróbia, pois o acesso do oxigênio ao interior da massa sedimentar sólida é muito mais difícil.

Estima-se que apenas 17-20% da ração utilizada nos cultivos de camarões seja efetivamente transformada em tecido e "recuperada" com a despesca dos camarões. O restante é perdido por: dissolução na água; nas fezes, como alimento não-digerido e nos processos fisiológicos dos camarões, como a muda, por exemplo. Por isso, a ração é uma das principais causas da poluição causada pelos cultivos de camarões. O uso das bandejas para arraçamento diminui as perdas e contribui para a redução da carga poluidora das fazendas.

4.8.4. Salinidade

O termo salinidade se refere à concentração de todos os íons presentes na água, e não apenas de cloreto de sódio, como pode parecer. É medida em partes de sal por mil partes de água (ppmil), que equivale a gramas de sal por litro de água. Mais recentemente, a salinidade passou a ser reportada como uma variável adimensional. Por exemplo, ao invés de se escrever 15 partes por mil, escreve-se apenas salinidade 15.

Litopenaeus vannamei é uma espécie que apresenta grande tolerância à salinidade, já sendo cultivada inclusive em água doce. Mas, para que isso seja viável, os animais devem passar por um processo de redução gradual da salinidade (aclimatação), de modo que seu organismo consiga promover um equilíbrio osmótico.

OBSERVAÇÕES:

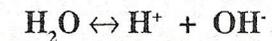
A muda em salinidades extremas (maiores que 48 ou menores que 5) é um processo que leva mais tempo e energia para regularizar a concentração osmótica da hemolinfa. Esse aumento do período entre mudas prejudica o armazenamento de reservas energéticas e nutricionais, além de proporcionar uma maior exposição do animal a predadores e ao canibalismo.

4.8.5. pH

O pH, ou potencial hidrogeniônico, é uma medida da concentração de íons H^+ na água. Por definição, pH é o logaritmo, na base 10, da concentração de íons H^+ existentes na água:

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

Parece mais complicado do que realmente é: A água pura possui oxigênio e hidrogênio em sua formação (H_2O). Quando a água se dissocia, forma íons positivos (H^+) e íons negativos (OH^-). Os íons negativos são chamados de hidroxilas.



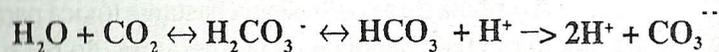
Os íons positivos (H^+) reagem como ácidos, ou sejam, tornam a água ácida. Os íons negativos têm o efeito contrário, ou seja, deixam a água alcalina. Uma água pura, sem nenhum outro elemento, possui pH neutro, porque os íons positivos e os íons negativos estão em perfeito equilíbrio. Uma água neutra tem $pH = 7$. Com a existência de outros componentes na água (gás carbônico, carbonatos, nutrientes, etc.) esse equilíbrio se desfaz e, dependendo dos elementos presentes na água, o equilíbrio se desloca ou para o lado ácido ou para o lado

básico (alcalino). Quanto menor o valor do pH, mais ácida é a água; e quanto maior, mais alcalina.

O pH regula a velocidade de uma série de reações e de processos químicos e biológicos que ocorrem em viveiros, dentre eles: a determinação da concentração de amônia gasosa na água e das formas químicas do enxofre presentes na água; processos relacionados à muda dos camarões; velocidade de decomposição da matéria orgânica presente na água ou no substrato, etc.

4.8.6. Alcalinidade

Um dos produtos da decomposição da matéria orgânica e também da respiração aeróbica é o gás carbônico (CO_2). Em presença de água, o CO_2 se dissocia em íons carbonatos (CO_3^{2-}) e íons bicarbonatos (HCO_3^-), gerando H^+ . Por isso, na decomposição dos resíduos orgânicos, sempre há produção de ácidos, ou seja, o pH tende sempre a cair, pois a reação abaixo é deslocada para a direita.



A água do mar possui uma capacidade natural de neutralização dos ácidos gerados durante a decomposição da matéria orgânica. Esse fenômeno é chamado de poder tampão e, graças a ele, o pH da água do mar não varia facilmente. Esse poder tampão nada mais é do que uma reserva de compostos iônicos capazes de neutralizar os íons H^+ na água. Os principais neutralizadores são justamente os íons carbonato e bicarbonato.

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

Esse poder tampão também é chamado de reserva alcalina ou alcalinidade, que é uma medida, em mg/l de CaCO_3 , das concentrações de bases tituláveis (principalmente carbonato e bicarbonato) existentes na água, expressa em partes por milhão (ppm) ou miligramas por litro (mg/l) de carbonato de cálcio (CaCO_3).

Quase sempre, esses carbonatos e bicarbonatos são compostos de cálcio e magnésio (carbonato de cálcio, bicarbonato de cálcio, carbonato de magnésio e bicarbonato de magnésio).

Quanto mais alcalina for a água, mais íons carbonato e bicarbonato ela conterá e mais difícil será fazer o seu pH variar. Assim, em uma água com alcalinidade elevada, o pH irá variar mais ou menos entre 8,0 – 8,5, enquanto em uma água de baixa alcalinidade poderá variar até entre 6,0 – 10.

Para o bom desenvolvimento de um cultivo, a água deverá apresentar alcalinidade maior que 60 mg/l de CaCO_3 , preferencialmente 100 mg/l de CaCO_3 . 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.

Quando se faz a calagem, na água ou no solo, adicionam-se justamente produtos que contêm carbonatos e bicarbonatos, é por isso que a alcalinidade da água aumenta. Mas, mais importante que isso, é que as calagens fazem com que o equilíbrio químico dos carbonatos e bicarbonatos se desloque para a esquerda (na reação expressa anteriormente), aumentando a quantidade de CO_2 , gás indispensável para que o fitoplâncton realize a fotossíntese e sustente assim a cadeia trófica dos viveiros de cultivo de camarões.

A própria atividade fitoplanctônica pode alterar o pH da água. Ao consumir o CO_2 , durante a fotossíntese, as microalgas provocam o deslocamento do equilíbrio químico dos carbonatos

para a esquerda, diminuindo as concentrações de íons H^+ na água e provocando o aumento do pH. À noite, quando a respiração supera a fotossíntese, mais CO_2 é liberado na água e o equilíbrio se desloca para a direita, provocando o aumento das concentrações de íons H^+ na água e a redução do pH.

4.8.7. Dureza

A dureza é a medida, em mg/l de $CaCO_3$, da concentração de íons divalentes, principalmente cálcio e magnésio, presentes na água.

Geralmente, a alcalinidade e a dureza apresentam relação entre si, uma vez que as bases tituláveis mais abundantes na água são os carbonatos e os bicarbonatos que, na maioria das vezes, estão relacionados ao cálcio e ao magnésio ($CaCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $MgCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$). Porém, é possível haver águas com alta alcalinidade e baixa dureza e vice-versa. Por exemplo, o uso de cal hidratada [$Ca(OH)_2$] na água aumenta a sua dureza, mas não afeta a alcalinidade. Já o uso do carbonato de sódio (Na_2CO_3) aumenta a alcalinidade, sem alterar a dureza da água.

Nos cultivos de camarões, a dureza é uma variável menos importante que a alcalinidade, uma vez que os camarões podem obter o cálcio e o magnésio, que necessitam para realização das mudas e de outras funções fisiológicas, não apenas da água, mas também dos alimentos naturais presentes nos viveiros e a partir das rações.

4.8.8. Compostos nitrogenados

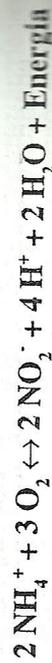
Como em praticamente tudo o que se refere à qualidade da água, a produção e liberação de compostos nitrogenados tem relação direta com a decomposição da matéria orgânica. Neste caso, o grupo de bactérias responsáveis pela ciclagem dos compostos nitrogenados são as bactérias nitrificantes.

O nitrogênio (N) é um elemento químico que entra na constituição de duas importantíssimas classes de moléculas orgânicas: as proteínas e os ácidos nucleicos. Embora esteja presente em grande quantidade no ar, na forma de gás nitrogênio (N_2), poucos seres vivos o assimilam nessa forma. 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. Essas bactérias são denominadas fixadoras de nitrogênio. Quando esses compostos nitrogenados são liberados (pela morte de um organismo, ou parte dele, ou pelas suas excreções), eles são processados por bactérias decompositoras, e um dos principais produtos dessa decomposição é o gás amônia (NH_3). A amônia, em contato com a água, forma o hidróxido de amônio (NH_4OH). Simplicadamente, tem-se:

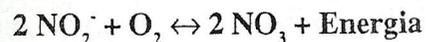


A amônia é uma substância bastante tóxica para os camarões, e a sua toxicidade depende da temperatura, do pH e da salinidade da água. Por exemplo, quanto mais ácido for o pH, mais H^+ existirá na água e o equilíbrio será deslocado para a esquerda, diminuindo a concentração de NH_3 e, conseqüentemente, a toxicidade da amônia. Por outro lado, quanto mais alcalino o pH mais tóxica será a amônia para os camarões.

No entanto, nos viveiros, existem bactérias - como as do gênero *Nitrosomonas* - que, em presença de oxigênio, transformam a amônia em nitrito (NO_2^-) obtendo energia através do seguinte processo:



O HNO_2 (ácido nitroso) se dissocia na água, formando o íon nitrito (NO_2^-). O nitrito e o ácido nitroso são compostos tóxicos para os camarões, mas, também em presença de oxigênio, bactérias do gênero *Nitrobacter* os transformam em nitratos (NO_3^-), um composto nitrogenado pouco tóxico, obtendo energia pela reação:



Todos os compostos nitrogenados, inclusive o nitrato, servem como nutrientes para o fitoplâncton. Mas, em ambientes anaeróbios, bactérias desnitrificantes processam o nitrogênio no caminho inverso, transformando nitrato em nitrito e depois em amônia. Em uma situação como essa, de baixas concentrações de OD e elevadas concentrações de amônia, o crescimento e até a sobrevivência dos camarões ficam comprometidos.

A toxicidade da amônia para camarões está relacionada a vários processos metabólicos internos. A amônia diminui a absorção de sódio por parte dos camarões, inibindo o funcionamento da bomba de sódio/potássio que, por sua vez, é um mecanismo muito importante na regulação osmótica (osmoregulação) dos camarões. Além disso, ela altera o pH das células, afetando todo o metabolismo enzimático do animal.

Já o nitrito altera a capacidade que o pigmento respiratório dos camarões, a hemocianina, tem de liberar oxigênio para os tecidos, provocando cianose aos camarões, o que pode causar-lhes a morte.

A troca de água é um meio eficiente de se promover uma redução nas concentrações de amônia total e de nitrito nos viveiros.

Em viveiros com concentrações de nitrogênio muito reduzidas, pode haver um retardo na velocidade de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, quanto maior for o teor de nitrogênio na matéria orgânica, maior será a atividade microbiana, maior será, portanto, o consumo de oxigênio e mais rápida a decomposição dessa matéria orgânica.

Tabela 8 - Relação entre a percentagem de nitrogênio na matéria orgânica e o consumo de oxigênio dissolvida 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

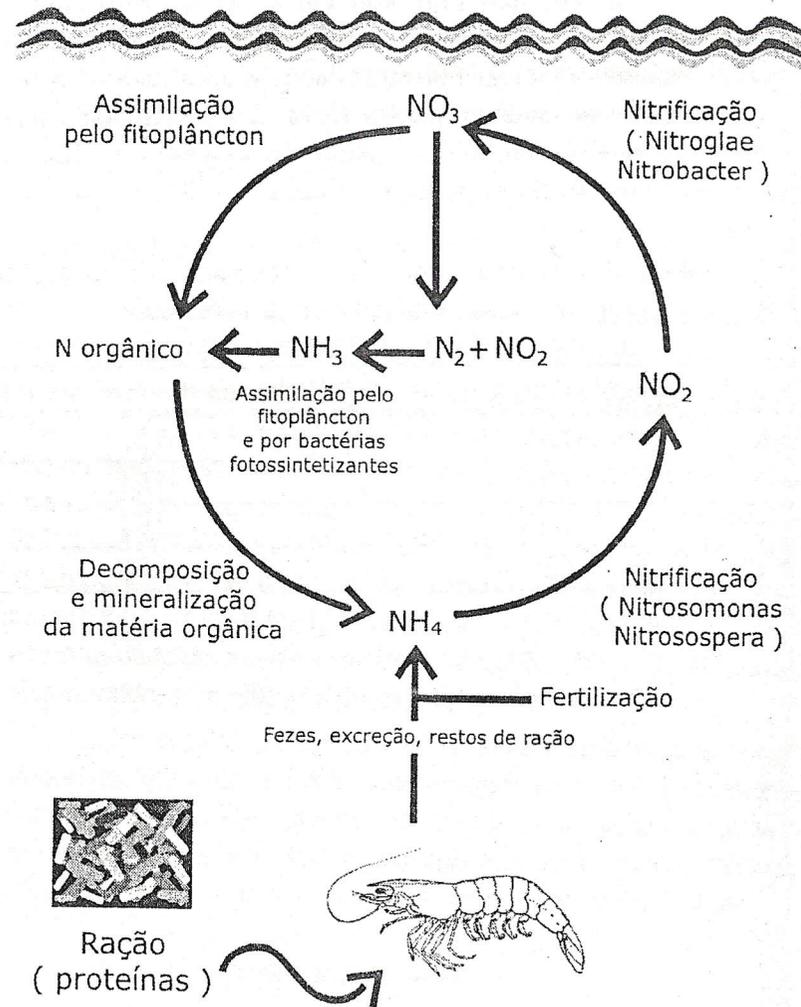


Figura 21. Ciclo do nitrogênio em viveiros de cultivo de camarões marinhos.

4.8.9. Cor e Turbidez

Há dois tipos básicos de turbidez em viveiros: aquele resultante de "blooms" de fitoplâncton e aquele causado pelas partículas de solo (sedimentos) em suspensão.

A água estuarina, utilizada para abastecimento dos viveiros, sempre tem uma alta carga de sólidos em suspensão. Estes sólidos consistem em partículas de solo e de matéria orgânica, originados da erosão continental, que são mantidos em suspensão na água, conferindo-lhe diferentes níveis de turbidez, de acordo com a quantidade de partículas em suspensão.

O material sedimentar contém quase sempre uma grande quantidade de matéria orgânica. Como já foi explicado, a degradação desta matéria orgânica pelas bactérias pode gerar uma demanda muito grande pelo oxigênio disponível no viveiro, prejudicando os camarões. Além disso, a turbidez causada pelos sedimentos em suspensão impede a penetração de luz na água e o desenvolvimento do fitoplâncton.

Por isso, é necessário diminuir ou mesmo impedir a entrada desses sedimentos no viveiro, o que se dá pela água usada no seu abastecimento.

A turbidez excessiva da água é sempre indesejada. Algumas fazendas do Equador, localizadas nas margens no Rio Guayas, apresentam níveis médios de transparência de apenas 10 a 20 cm. Nesse local, a renovação da água durante o cultivo é intensa, chegando-se a gastar até 220m³ de água para cada quilo de camarão produzido (com uma produtividade média de 1.000 kg/ha/ciclo). Enquanto isso, a quantidade média de sedimento gerado para esse volume de

água é de 203 Kg, quase 1kg de sedimento por m³ de água. Caso todo esse material se deposite uniformemente no fundo do viveiro, ao final de cada ciclo de produção haverá uma camada adicional de sedimento de 2,5 cm.

Por outro lado, as fertilizações, que são regularmente feitas, têm como objetivo principal o desenvolvimento das populações de microalgas no viveiro. Essas microalgas também são material particulado em suspensão e, dessa forma, contribuem para o aumento da turbidez na água. Como as partículas presentes na água acabam absorvendo ou refletindo parte da luz solar que penetra na água, o aumento de turbidez sempre está associado à diminuição da transparência da água. Na verdade, turbidez e transparência são conceitos que têm significação contrária.

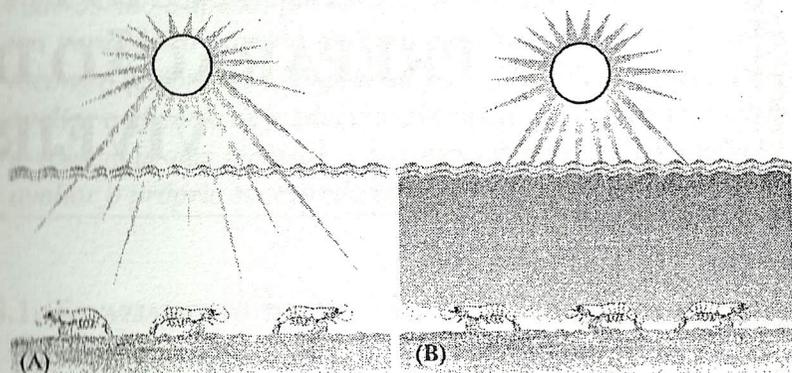


Figura 22. Viveiro em uma condição de baixa e de alta transparência da água (A e B, respectivamente).

À medida que a concentração de microalgas aumenta, a coloração da água no viveiro vai passando por alterações sucessivas. No início, a coloração da água no viveiro é semelhante à do canal

de abastecimento, geralmente de uma tonalidade verde bem clara. No estágio seguinte, essa coloração esverdeada se torna mais forte ou passa para uma tonalidade mais amarelo-esverdeada. Caso haja um bloom de diatomáceas no viveiro, a coloração será marrom-amarelada e, no caso da ocorrência de um die-off, a água do viveiro pode adquirir uma elevada transparência ou uma coloração leitosa.

O desafio técnico, nesse caso, é manter a água pelo maior tempo possível com a coloração característica dos blooms de diatomáceas, evitando a ocorrência de dies-off.

OBSERVAÇÃO:

Há também aquelas águas de cor marrom-avermelhado. Normalmente, são águas provenientes de lugares com vegetação de turfa (com alto teor de matéria orgânica), que por sua vez contém bastante ácido húmico, que pode ser confundido com uma água de boa qualidade em função da sua coloração, porém ao ser analisada com um disco de secchi, sua transparência é muito elevada (> 50 cm).

Capítulo 5

**TÉCNICAS PARA
PREPARAÇÃO DOS
VIVEIROS**

Antes de iniciar propriamente um cultivo, os viveiros da propriedade deverão ser adequadamente preparados para oferecerem as melhores condições de sobrevivência e de crescimento aos camarões. A preparação de viveiros envolve uma série de procedimentos que devem ser observados para que se consiga atingir os níveis desejados de produtividade.

IMPORTANTE:

Em anexo, no final deste livro, são apresentadas várias planilhas de controle de todo o processo produtivo de camarões marinhos em uma fazenda. Evidentemente que cada produtor ou cada empresário deve definir o nível de controle que pretende ter em relação ao seu empreendimento. No entanto, é preciso que se compreenda que o registro de tudo o que acontece nos cultivos não é apenas um mero capricho, mas sim faz parte de um verdadeiro manual de boas práticas, ao qual se pode recorrer sempre que for preciso para identificar problemas, avaliar a eficácia de medidas preventivas ou corretivas, medir a eficiência das técnicas e dos procedimentos de manejo e avaliar o próprio sucesso do empreendimento como um todo.

5.1. ESVAZIAMENTO DO VIVEIRO E OXIDAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA RESIDUAL

Quando se termina um cultivo, o viveiro deve ser completamente esvaziado. As bactérias presentes no fundo promovem naturalmente a decomposição dessa matéria orgânica residual.

No entanto, as bactérias precisam de um mínimo de umidade para realizar esse trabalho de mineralização da matéria orgânica. A

umidade mínima do solo deve variar entre 10-20%, em viveiros com solos arenosos, e entre 30-40%, em viveiros com solo argiloso. Assim, é recomendável manter o solo úmido durante o processo de degradação da matéria orgânica residual.

Os microorganismos presentes no solo não podem se desenvolver na ausência de água, sofrendo igualmente a influência da presença ou ausência do ar. Desse modo, em todos os casos, sua atividade depende preponderantemente da espessura do filme d'água existente no solo.

O tempo necessário para que ocorra a decomposição da matéria orgânica varia de acordo com a quantidade de matéria orgânica a ser decomposta.

Uma das técnicas mais eficientes para acelerar a oxidação da matéria orgânica em viveiros consiste em aplicar no solo um fertilizante químico rico em nitrogênio, logo após a despesca. As melhores fontes disponíveis de nutrientes nitrogenados são: nitrato de sódio ou nitrato de cálcio (20-100 kg/ha), pois eles não liberam ácidos, além de serem bons oxidantes, ajudando, indiretamente, a melhorar a qualidade da água, uma vez que são responsáveis pela melhora da qualidade do sedimento.

O princípio dessa técnica é simples. A decomposição da matéria orgânica é feita pelas bactérias presentes no solo. Assim, ao adicionar nitrogênio no solo o que se está fazendo é "fortalecer" as bactérias (diminuindo a relação C/N, até um valor próximo a 10:1, ou seja, 10 partes de carbono para 1 de nitrogênio), para que tenham condições de realizar melhor o seu trabalho. A necessidade de aplicação sequencial de nitrogênio e de calcário se deve ao fato de as bactérias preferirem um pH próximo ao neutro (7,0).

As técnicas de oxidação da matéria orgânica residual só serão eficientes se a camada de matéria orgânica no fundo do viveiro for menor que 5-7 cm. Caso contrário, a única solução pode ser a retirada dessa camada de matéria orgânica com um trator de esteira. O uso do trator também é recomendado em locais onde a turbidez da água de abastecimento seja muito elevada e provoque a deposição excessiva de sedimentos no viveiro, diminuindo progressivamente a sua profundidade.

5.2. DESINFECÇÃO

O sol é a melhor e mais barata forma de desinfetar o viveiro. A secagem do viveiro também é importante para a eliminação dos ovos de peixes e de outros predadores dos camarões cultivados, que podem até sobreviver no solo úmido, mas nunca no solo completamente seco.

Se o objetivo for desinfetar o fundo, é importante que o viveiro seque completamente, o que ocorre geralmente depois de cinco a sete dias de sol. Nesse caso, um critério que pode ser utilizado para definir esse tempo é o de se poder caminhar por todo o viveiro, sem que o pé afunde na lama, assim como observar se há rachadura do solo. Quando isso ocorrer, o solo terá secado o suficiente. Por outro lado, não se deve deixar o fundo do viveiro secando por mais de 10 dias, pois, a partir desse período, os raios solares começam a matar as bactérias que ajudam a mineralizar a matéria orgânica presente no solo.

Às vezes, porém, 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 de falhas no sistema de drenagem do viveiro. Nesse caso, pode ser necessária a desinfecção química, que pode ser feita da forma sugerida na Figura 23.

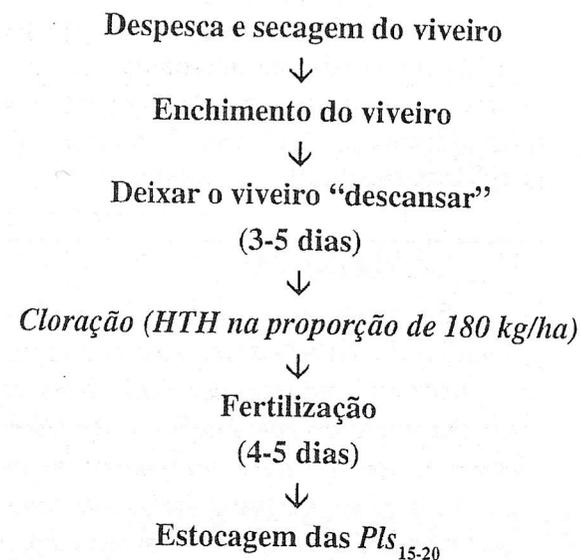


Figura 23. Procedimento para preparação dos viveiros em casos em que se recomenda a desinfecção.

O cloro é um eficiente desinfetante e a sua forma mais comum de uso é o hipoclorito de cálcio (*HTH com 65% cloro ativo*), que deve ser dissolvido na água ou espalhado diretamente sobre áreas mais anaeróbicas do solo, em uma proporção de 180 kg/ha. Uma forma de aumentar a eficiência do cloro é dissolvê-lo em água acidificada com ácido muriático. O uso de cloro nas condições indicadas é suficiente para eliminar possíveis predadores ou competidores dos camarões.

Além do cloro, outros produtos químicos podem ser utilizados como desinfetantes em viveiros de cultivo de camarões marinhos (Tabela 9).

Tabela 9 - Produtos químicos mais utilizados e dosagens recomendadas em viveiros de cultivo de camarões marinhos

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 = 100-150 g/m ²
Hidróxido de cálcio	1.000-1.500 kg/ha = 100-150 g/m ²
Formalina	5-10
Cloro de benzoalcônio (BKC)	1-1,5
Iodo	1-5
Saponia (7%)	1-25

5.3. ELIMINAÇÃO DE MACRÓFITAS DOS VIVEIROS

Macrófitas nada mais são que vegetais pluricelulares (lembrando que o fitoplâncton é unicelular). Sua presença nos viveiros, sempre que possível, deve ser evitada, pois as macrófitas:

- diminuem a penetração de luz, impedindo o desenvolvimento do fitoplâncton;
- consomem os nutrientes necessários ao desenvolvimento do fitoplâncton;
- dificultam o manejo dos viveiros;
- dificultam a despesca;
- consomem o oxigênio dissolvido na água; e
- servem de abrigo ou esconderijo para predadores e outros organismos indesejáveis.

O controle de macrófitas pode ser feito por meio mecânico (a vegetação pode ser arrancada, roçada, capinada e até retirada com auxílio de um trator de esteira, dependendo do caso), ou químico (com uso de herbicidas, como é o caso do sulfato de cobre, aplicado na dosagem de 17 kg/ha). Mas, o mais importante é não permitir que a água do viveiro apresente transparência total, isto é, que a luz solar não chegue até o fundo, pois se esse procedimento for adotado, as macrófitas não encontrarão condições para proliferarem.

5.4. ANÁLISE DE SOLO

A amostragem de solo para análises laboratoriais é feita através da coleta de pequenas porções de terra, que são retiradas de vários pontos do viveiro e reunidas para formar uma porção maior. As porções retiradas em cada ponto são chamadas de amostras simples. A reunião de diversas amostras simples constitui a amostra composta.

Um viveiro raramente apresenta solo uniforme. Por isso, é recomendável que o técnico colete diferentes amostras simples, procurando amostrar todas as diferentes texturas de solo (arenosa, argilosa ou silteosa) ou de todas as cores de solo (amarela, branca, vermelha, etc.) existentes no viveiro.

A coleta é simples, mas deve-se tomar as seguintes precauções:

- retirar amostras em pontos representativos da área, sem escolher partes melhores ou piores;
- coletar amostras em zigue-zague por todo o fundo do viveiro;
- coletar amostras simples (com um auxílio de um trado ou de uma cortadeira) de aproximadamente 10 centímetros do solo;
- colocar as amostras simples em um balde ou em sacos plásticos devidamente limpos;

- nunca utilizar sacos usados de adubos, calcário, rações, etc;
- misturar, dentro do balde, as amostras simples coletadas; e
- transferir cerca de 500 g da amostra composta para um saco plástico e encaminhar a amostra para análise em um laboratório.

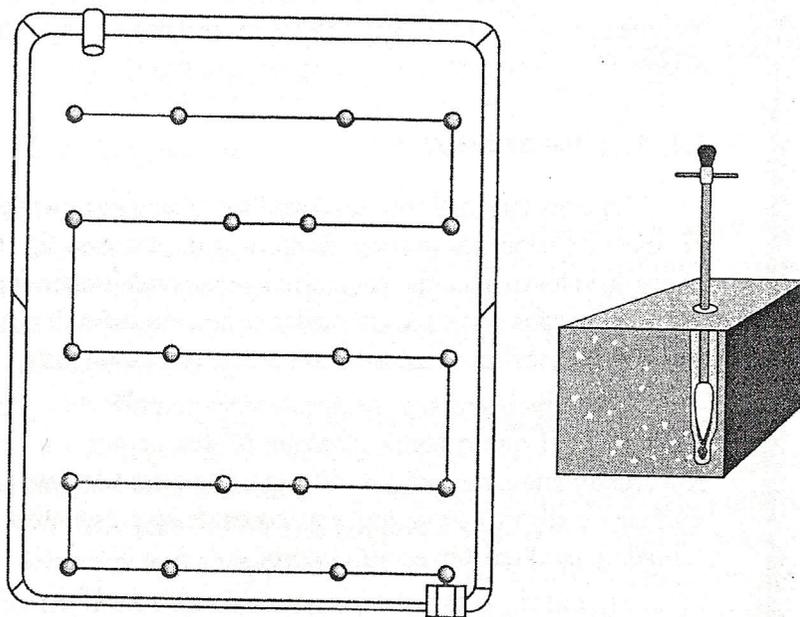


Figura 24. Representação da forma de se coletar uma amostra composta de solo para envio ao laboratório.

Na Tabela 10 são apresentados vários parâmetros de solo que podem vir a ter alguma relação com a carcinicultura, bem como uma classificação, que pode auxiliar o técnico na interpretação dos resultados da análise que foi feita. Não é necessário e nem útil mandar analisar todos esses parâmetros, mas, caso um deles seja citado na análise, o técnico precisará interpretar o resultado.

O ideal é que, nos primeiros anos de funcionamento da fazenda, o técnico faça análises de solo pelo menos uma vez por ano em cada viveiro. A análise é relativamente barata (entre R\$ 15,00-30,00 por amostra composta) e as informações obtidas são importantes para que o produtor passe a conhecer melhor os seus viveiros.

5.4.1. Como interpretar e utilizar os resultados da análise de solo

Normalmente, os parâmetros que mais interessam à carcinicultura são: matéria orgânica, pH, nitrogênio, fósforo e ferro.

Tabela 10 - Principais elementos químicos e parâmetros relativos ao solo, bem como sua classificação (Fonte: Boyd, 1995)

Variável	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
pH	< 4	4-6	6-8	8-9	> 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
Enxofre (%)	< 0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1,5	> 1,5
Fósforo (ppm)	< 20	20-40	40-250	250-400	> 400
Cálcio (ppm)	< 1.000	1.000-2.000	2.000-4.000	4.000-8.000	> 8.000
Magnésio (ppm)	< 700	700-1.500	1.500-3.000	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
Sílicio (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

*A matéria orgânica contida no solo contém entre 48-58% de carbono. Por isso, para saber quanto existe de matéria orgânica no solo é só multiplicar a porcentagem de carbono que aparece na análise de solo por 1,73.

$\rightarrow \times 1,73 = M.O.(%)$

5.4.2. Matéria orgânica

Caso a concentração de matéria orgânica no solo seja elevada (superior a 4%), deve-se aplicar, no solo ainda úmido, 11 kg/ha de uréia ou de nitrato de sódio (este último por também ser uma fonte de nitrogênio e por ser um oxidante mais eficiente) para cada 1% de matéria orgânica que exceder o limite de 3% de matéria orgânica presente no solo. Depois de um ou dois dias, deve-se aplicar 2.000 kg/ha de calcário calcítico ou dolomítico e utilizar um arado para revirar o solo do viveiro. Esse procedimento reduz a matéria orgânica em até 18% por ciclo.

Caso a concentração de matéria orgânica no solo seja superior a 5%, deve-se aplicar 2.000 kg de hidróxido de cálcio antes do povoamento do viveiro.

Caso a concentração de matéria orgânica no solo seja baixa (o que é comum em solos arenosos), o técnico pode aplicar esterco, incorporado através de aração ao fundo do viveiro, à razão de 1.000 kg/ha. Nesse caso, para promover a manutenção dos teores de matéria orgânica no solo, aplicar 32 kg/ha/semana de esterco de galinha, 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 uréia.

OBSERVAÇÃO:

É muito importante porém observar a origem do esterco para evitarmos o uso indireto de antibiótico. Prática comum na avicultura.

5.4.3. Relação C:N

Se a relação C/N for maior do que 10:1, aplicar 50 kg/ha de uréia ou (preferencialmente) de nitrato de cálcio, para elevação das concentrações de nitrogênio. Relações C/N de 5-10:1 podem ser consideradas as ideais. Em tais condições, o crescimento de diatomáceas (o tipo ideal de microalga para os camarões) é estimulado.

5.4.4. Enxofre total

Se a concentração total de enxofre for maior que 0,75%, o solo é considerado sulfuroso-ácido. Ao se expor esse tipo de solo sulfuroso ao ar, será produzido ácido sulfúrico no fundo, reduzindo ainda mais o seu pH, que poderá chegar a quase 3,0. Como é a reação com o oxigênio do ar que promove essas reações químicas, esse tipo de solo não poderá ser seco e exposto ao ar, como é recomendado para os demais tipos de solo.

Nesse caso, o técnico até pode esvaziar o viveiro após a despesca, mas não deve permitir que o solo fique exposto ao ar por muito tempo. O ideal é colocar uma pequena quantidade de água, o suficiente para cobrir o fundo. Depois, deve-se aplicar calcário nas quantidades recomendadas na Tabela 11. Após realizar esse procedimento, o viveiro poderá ser normalmente fertilizado para promover o crescimento do fitoplâncton.

OBSERVAÇÃO:

Normalmente, viveiros com este tipo de solo demoram pelo menos 3 ciclos produtivos para estabilizarem o seu pH.

5.4.5. pH

Como fica evidente na Tabela 11, para a correção adequada do pH do solo é necessário que se conheça a textura do solo 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 (formando um composto denominado "apatita", que imobiliza o fósforo) e de CO₂ disponíveis. Depois de alguns dias reagindo com a água, ele faz aumentar novamente essas concentrações.

O ideal é se fazer a aplicação com os viveiros vazios. Calcula-se a quantidade de material que será utilizada e espalha-se por toda a superfície do viveiro. Caso seja possível fazer a incorporação do calcário no solo (com arado, enxada ou qualquer outro método), os resultados serão provavelmente ainda melhores.

Tabela 11 - Quantidade de calcário recomendada para correção do solo segundo a sua textura

pH do solo	kg de CaCO ₃ /ha		
	Argiloso	Argilo-arenoso	Arenoso
< 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

DICAS

- Quanto mais fino o calcário utilizado, melhor.
- O calcário dolomítico (que contém, no mínimo, 4% de magnésio) apresenta vantagens sobre o calcário calcítico. Além de ser mais solúvel em água, em meio com pH elevado, ele é mais efetivo na manutenção da alcalinidade da água.
- O calcário pode ser aplicado tanto no solo, durante a preparação do viveiro, como na água, durante o cultivo. No caso da aplicação com o viveiro cheio, o calcário aumenta a alcalinidade da água e a sedimentação de partículas inorgânicas em suspensão, clareando a água.
- Após a calagem do viveiro, recomenda-se esperar alguns dias, para que o calcário reaja com o solo e não venha, posteriormente, acelerar a precipitação de fósforo e carbono presentes na água.
- O potencial redox, que é uma medida da quantidade de cargas elétricas no solo, é quem permite avaliar a necessidade de incorporação de OD (através da calagem e da gradeação do solo). O valor normal é de 500 mv, mas, sempre que este valor estiver abaixo de 340 mv, haverá uma tendência das concentrações de OD se manterem em níveis reduzidos e de haver aumento das concentrações de compostos nitrogenados.
- O potencial redox tende a zerar em solos argilosos, a partir de uma camada de solo com profundidade superior a 10 cm.

Tabela 12 - Relação entre o potencial redox do solo e as concentrações de OD no fundo

Potencial redox (v)	Concentração de OD (mg/l)
0,48 = 480 mv	> 3,0
0,34	0,3 a 3,0 – NO ₂ ⁻
0,20	0 a 0,3 – Fe ⁺ aparece
0,10	0 – H ₂ S aparece

5.5. USO DE SUBSTRATOS VERTICAIS NOS VIVEIROS

O uso de substratos artificiais (Biofilmes) nos viveiros e até mesmo em berçários é um dos mais recentes avanços no campo da produção mais intensiva de camarões e do uso otimizado de alimentos naturais. Muitos pesquisadores acreditam que essa seja uma das técnicas mais promissoras para aumento da eficiência no processo produtivo e redução dos custos de produção de camarões a ser aperfeiçoada nos próximos anos.

Os substratos verticais nada mais são que uma espécie de "cortina" ou "mantas" colocada no interior do viveiro, em posições que não atrapalhem o manejo dos viveiros.

Essas cortinas podem ser feitas com materiais especialmente produzidos para esse fim (por exemplo, a AquaMats, 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 polinsaturados, vitaminas e minerais, que formam um biofilme sobre as telas. Esse

biofilme serve como alimento natural para os camarões. No caso das AquaMats, elas combinariam duas diferentes superfícies, que estimulariam a colonização natural de 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 nas mantas também aceleram a decomposição da matéria orgânica presente na água e removem os metabólitos tóxicos (amônia, nitrito, gás carbônico) existentes no meio, garantindo melhor qualidade da água e reduzindo a necessidade de renovação.

Essa ainda é uma tecnologia que está em fase de desenvolvimento, por isso, não há regras definitivas sobre o uso de substratos verticais em viveiros. Atualmente, vêm sendo testadas telas de 1,2-1,5 m de altura, por 60 m de comprimento. Já o número de telas nessas dimensões tem sido de 3-6/ha (entre 220 e 550 m² de tela). Em alguns experimentos já está sendo testada a colocação de substratos verticais em quantidade, tal que a sua área total chega ao equivalente a 10% da área do viveiro.

As telas devem ser colocadas a pelo menos 20 m da comporta de entrada e 20 m do monge de escoamento de água, mantendo-se ainda uma distância de, pelo menos, 10 m em relação aos diques laterais do viveiro. O ideal é que as telas sejam presas às estacas de fixação sem 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 atrapalharem a circulação de água.

Na Tabela 13, 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 13 - Benefícios esperados 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 μm , 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.

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%, redução semelhante é esperada em relação às taxas de renovação de água.

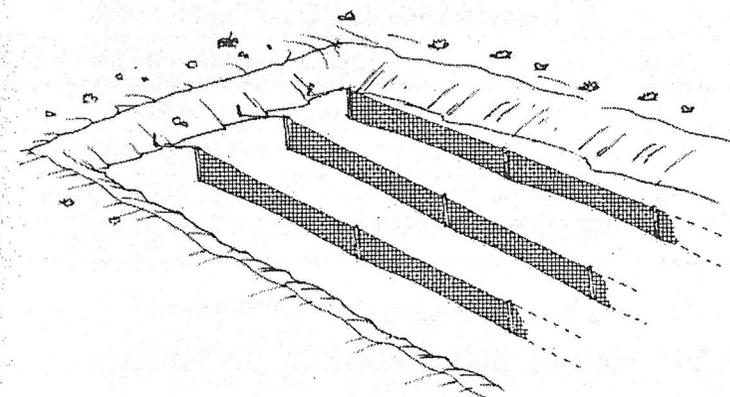


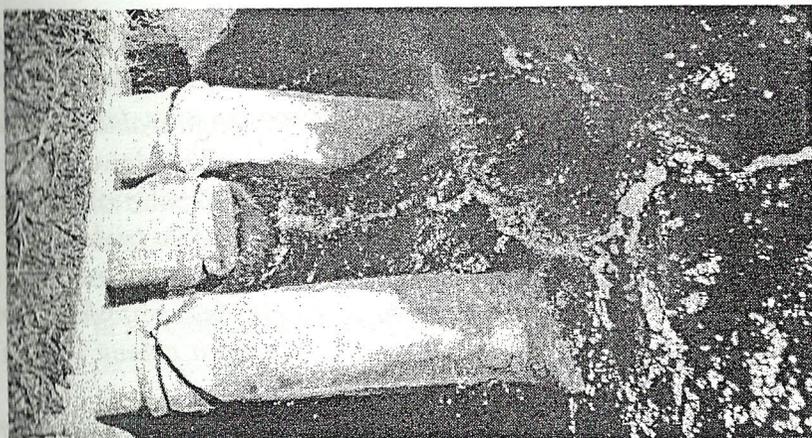
Figura 25. Representação esquemática de um viveiro com substrato vertical.

5.6. ENCHIMENTO DOS VIVEIROS

5.6.1. Telas das comportas de abastecimento

O ideal é que a água que abastece os viveiros seja previamente filtrada através de malha de 600 μm , utilizando-se, para isso, rede do tipo funil, posicionada na comporta de abastecimento de água. A filtração da água evita o ingresso de material particulado em suspensão ou de organismos indesejados. Caso os viveiros sejam adequadamente planejados, é possível fazer isso sem elevar sobremaneira os custos com a construção.

Nas comportas de entrada de água, o técnico deverá colocar um quadro telado com malha de 0,6-1,0 mm durante o enchimento do viveiro (até o 35º dia); trocando-a por uma tela de 2 mm, entre o 35º e o 50º dias e por uma tela de 4 mm, a partir do 51º dia. As telas devem ser limpas, diariamente, assim como as ranhuras dos quadros de tela. Esses quadros devem ser trocados de lado a cada 8 dias.



Filtração de água na comporta de entrada.

Se quiser aumentar a eficiência de filtração, o produtor poderá utilizar filtros com malhas ainda menores, posicionadas nas comportas de entrada. O uso desses filtros deve ser feito de forma complementar aos quadros telados e, embora eficientes, exigem limpeza diária para não entupirem.

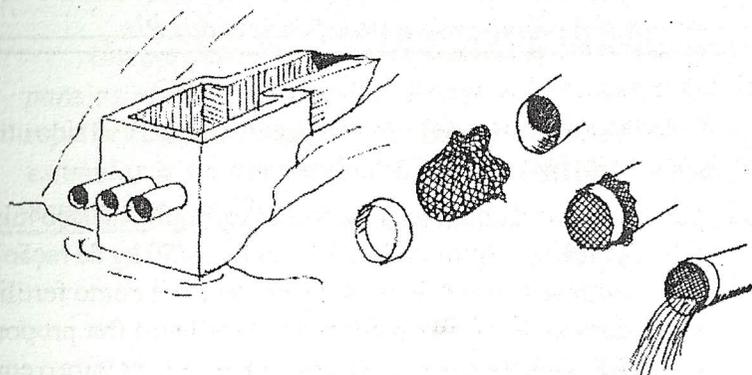


Figura 26. Detalhes dos filtros posicionados na comporta de entrada de água do viveiro.

5.6.2. Taxas diárias de renovação de água

Otimizar o regime de renovação de água nos viveiros depende, como quase todas as técnicas que estão sendo aqui apresentadas, da experiência do técnico e do conhecimento que ele tem dos seus próprios viveiros. Renovar além do necessário significa jogar água e, portanto, dinheiro, fora. Renovar menos do que o necessário, significa comprometer a qualidade da água.

Tabela 14 - Regime inicial recomendado de renovação de água em viveiros de cultivo de camarões

Período	Taxa de renovação da água
até o 15º dia	não renovar a água
15 - 21 dias	renovar 3 cm/dia
22 - 30 dias	renovar 5 cm/dia
A partir do 30º dia	renovar conforme a necessidade

Durante os períodos de chuva, a água doce (que é menos densa) deve ser escoada pela porção superficial do viveiro. Já, em situação normal, a partir do primeiro mês de cultivo, as renovações devem ser feitas de modo a permitir o escoamento da água do fundo do viveiro. Um monge adequadamente construído permitirá a execução dessas técnicas de escoamento.

5.7. FERTILIZAÇÃO INICIAL

Muitas das técnicas descritas anteriormente para promover a decomposição da matéria orgânica nos viveiros também funcionam como meio de fertilização da água.

Nunca é demais ressaltar que quanto maior for a

produtividade natural do viveiro, menores serão os gastos com ração e melhores serão os resultados alcançados no cultivo.

As Pls já sofrem naturalmente uma grande carga de estresse ao serem manipuladas durante a transferência para os viveiros de engorda. Por isso, é fundamental que essa carga de estresse não se agrave pela falta de alimentos naturais nos viveiros nos primeiros dias de cultivo.

A fertilização, visando o enriquecimento da água, é o último passo antes de se iniciar o povoamento dos viveiros. É preciso ficar atento, porque viveiros novos requerem uma maior quantidade de fertilizantes durante o seu preparo que os viveiros mais antigos.

A fertilização inicial deve ser feita com pouca água no viveiro (cerca de 40-50 cm de profundidade é o suficiente). Se o produto a ser usado for o esterco, a aplicação poderá ser feita com os viveiros secos. Neste caso, pode-se aplicar até 1.000 kg de esterco juntamente com alguma fonte de nutriente nitrogenado, como, por exemplo, o nitrato de cálcio na proporção de 20 kg/ha.

Geralmente, logo após o enchimento do viveiro, há o estabelecimento de organismos bentônicos que podem servir como alimentos naturais como é o caso do lablab [(uma associação de comunidades cujos grupos dominantes são cianófitas (*Lyngbia* sp. e *Oscillatoria* sp.) ou diatomáceas (*Navicula* sp., *Gyrosigma* sp. e *Pleurosigma* sp.)] ou do lumut (filme no substrato composto por bactérias filamentosas, algas verdes filamentosas, com uma série de organismos associados, que podem ser encontrados tanto na água quanto no solo). Experimentos já realizados, no entanto, mostram que o camarão *L. vanamei* aproveita muito mal o lablab e o lumut, preferindo se alimentar de detritos ou de organismos do zooplâncton e do bentos.

Procedimentos para a fertilização inicial dos viveiros

- quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 30cm, fertilizar (com fertilizante na forma líquida) e aguardar por dois dias (pode-se aplicar nessa fertilização inicial 9 kg/ha de uréia e 0,9 kg/ha de superfosfato triplo);
- quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 60 cm, aplicar 14 kg/ha de uréia e 1,4 kg/ha de superfosfato triplo;
- tornar a repetir a operação quando a coluna d'água no viveiro atingir a altura de 1,0 m;
- 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 uréia e 2,3 kg/ha de superfosfato triplo); e
- esperar de 2-4 dias para que ocorra o aumento da quantidade de alimentos naturais, e só então o viveiro estará pronto para a transferência das Pls.

Várias outras técnicas e produtos também têm sido utilizados para a fertilização inicial dos viveiros:

- o uso de carboidratos como, por exemplo, melão misturado à ração (em proporção de 1-1,5 litros/50 kg de ração), ou de farinha de amendoim, soja, ou de arroz como fertilizantes, durante a fase de preparação do viveiro (na proporção de 100 kg/ha/semana), são excelentes opções para o equilíbrio das relações C/N nos viveiros. O resultado da adoção dessas técnicas é uma maior produtividade natural e a manutenção da qualidade da água e do solo durante os cultivos;

- aplicação de 5-20 kg/ha de torta de soja antes da estocagem;
- farinha de trigo (2 sacos/ha) e farinha de soja (meio saco/ha), uma vez por mês, em viveiros com solo arenoso;
- como medida alternativa para aumento da produtividade da fauna bentônica, pode-se utilizar melaço (açúcar de engenho) com 45 % de sacarose, uma vez a cada 2 dias em dosagens entre 2 e 4 litros/ha;
- já se o objetivo for promover um maior desenvolvimento da fauna zooplânctônica, pode-se utilizar a seguinte técnica: Em um tanque de 500 ou de 1.000 l, coloca-se água do viveiro e promove-se a aeração contínua no tanque. 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. É recomendável que o povoamento do viveiro com *Pls* de camarão seja feito após uma semana.

*Um ou dois dias antes da transferência dos camarões para os viveiros de engorda, recomenda-se que o técnico espalhe 20 kg/ha de ração por todo o viveiro, como forma de estimular a fauna bentônica, que servirá como alimento natural para as *Pls*.*

Capítulo 6

TRANSPORTE E ACLIMATAÇÃO DAS PÓS-LARVAS

6.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS PÓS-LARVAS

Evidentemente, todas as etapas são importantes para a viabilização econômica dos cultivos de camarões marinhos, afinal, se algo der errado, todo o processo produtivo poderá ser comprometido. Porém, em uma fazenda bem estruturada e gerenciada, não seria exagero afirmar que um dos aspectos mais críticos (se não o maior deles) é a qualidade das pós-larvas que serão utilizadas na engorda dos camarões. Por isso, deve-se ter bastante paciência e cautela antes da aquisição das larvas.

As conseqüências da aquisição de larvas de baixa qualidade certamente refletirão no bolso do produtor, pois poderá haver grande mortalidade, quando do povoamento dos viveiros. Mas, mesmo que isso não aconteça, larvas de má qualidade apresentam taxas de crescimento e taxa de conversão alimentar insatisfatórias, além de grande desuniformidade dos lotes, ao final do cultivo. Nesse caso, não se deve esperar que o laboratório que vendeu as larvas venha a ressarcir os prejuízos causados ao produtor.

Para evitar que isso ocorra, recomenda-se que se tomem três tipos de providências: a) visitar pessoalmente o laboratório onde pretende adquirir as larvas; b) analisar as larvas produzidas pelo laboratório, se possível, em duas oportunidades: antes de fechar negócio e, mais tarde, antes das larvas serem transferidas definitivamente para os viveiros de engorda; c) realizar o teste de estresse antes da compra das mesmas.

6.1.1. Visita ao laboratório

As larvas devem ser sempre adquiridas de laboratórios reconhecidamente idôneos e com histórico de produção de pós-larvas de qualidade. Sempre que possível, deve-se dar preferência por laboratório localizados próximos à região onde serão engordados os camarões.

A duração máxima recomenda para transporte das pós-larvas é de cerca de 24h. Períodos superiores a esse podem provocar elevado estresse e grandes perdas de larvas.

Recomenda-se também que o técnico vá pessoalmente até o laboratório onde pretende comprar as larvas, procurando conhecer o histórico daquela partida que irá adquirir. Nessa visita é importante se observar:

- se foram utilizados produtos químicos durante a larvicultura e em qual quantidade;
- se ocorreram doenças durante a larvicultura;
- se o tamanho das larvas é proporcional à sua idade (as Pl_{10} devem apresentar comprimento entre 6 e 10 mm)¹;
- qual foi o tempo de duração da larvicultura (que no verão não deve exceder a 20 dias e no inverno, 25 dias, no caso da comercialização de Pl_{10}); e
- qual foi a taxa final de sobrevivência obtida;

¹ Se as PLS apresentarem comprimento menor que o esperado, esse pode ser um sinal de que a densidade larval durante a larvicultura foi maior do que a recomendada ou que as larvas foram expostas a alguma enfermidade durante a larvicultura.

6.1.2. Análise visual/microscópica

Pls de boa qualidade costumam apresentar:

- pigmentação característica;
- cromatóforos nos urópodos;
- sistema branquial completamente formado, apresentando brânquias íntegras;
- cromatóforos bem definidos (sem expansão);
- alimentos presente no trato digestivo;
- hábito bentônico;
- ausência de organismos epibiontes aderidos à sua superfície;
- musculatura transparente (não opaca);
- o sexto segmento mais curto que o comprimento da carapaça;
- relação intestino-músculo no sexto somito abdominal de 1:4 (ou seja, o intestino, na porção terminal do último somito, deve ter uma espessura aproximada de 25% da espessura total do próprio somito);
- ausência ou baixa incidência de erosões externas;
- musculatura abdominal transparente e limpa, devendo também estar bem junto ao exoesqueleto, pois se a musculatura apresentar espaço entre ela e o exoesqueleto isso pode significar a ocorrência de alguma doença ou problemas nutricionais;
- elevado teor de lipídeos: o teor de lipídeos deve ser observado no hepatopâncreas, através de microscópio. Normalmente, quanto menores forem as gotas de lipídeos no hepatopâncreas, maior será a quantidade de ácidos graxos insaturados e polinsaturados disponíveis e, conseqüentemente, melhor a saúde e maior a resistência dos camarões.

6.1.3. Teste de estresse

Outro detalhe importante a ser observado, é o resultado apresentado pelas *Pls* nos testes de estresse, que podem ser realizados da seguinte maneira:

- transferir 100 *Pls* para um recipiente contendo 1 litro de água doce (zero ppmil), em presença de aeração suave;
- esperar 30 minutos e retorná-las a um recipiente contendo água com a salinidade original;
- esperar por 30 minutos e anotar o número de larvas sobreviventes;
- opcionalmente, o teste também pode ser feito com adição de formol à água doce, em uma concentração de 100 ppm.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS TESTES DE ESTRESSE:

Caso a sobrevivência seja superior a 75%, pode-se considerar as larvas como de boa qualidade. Caso a sobrevivência fique abaixo desse número, pode-se tentar alterar as condições de cultivo durante 24 h, repetindo-se o teste no dia seguinte.

IMPORTANTE:

*Não se deve baixar a temperatura da água durante o teste de estresse, pois este procedimento provoca uma diminuição do metabolismo das *Pls*, podendo mascarar os resultados finais. Outro cuidado é realizar o teste de estresse sempre com água filtrada (sem cloro).*

6.2. TRANSPORTE

Se possível, o técnico deve acompanhar a contagem das larvas, ainda no laboratório, no momento em que elas são embaladas para o transporte. Caso contrário, a contagem deverá ser feita na fazenda. Essa contagem é fundamental, pois a densidade real de povoamento depende de uma contagem de larvas bem feita.

Contagem das Pls

A contagem das PLs pode ser feita da seguinte forma (método volumétrico):

- duas ou mais pessoas promovem forte e aleatória agitação da água no tanque, usando as mãos e os braços;
- depois de alguns segundos, outras duas pessoas, com auxílio de frascos graduados (500 ml ou de 1 l), retiram amostras de água e larvas do tanque;
- com um auxílio de uma peneira de malha fina, contam-se individualmente as larvas de cada frasco, classificando-as 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;
- depois, calcula-se, através de regra de três simples, o número total de larvas existente no tanque:

$$NTL = (VT \times NL) / VF,$$

Sendo:

NTL = Número de larvas no tanque;

VT = Volume de água no tanque;

NL = Número médio de larvas amostradas; e

VF = Volume do frasco amostral.

O técnico também deve exigir do laboratório uma guia com as especificações dos parâmetros descritivos das larvas, tais como: densidade nos sacos de transporte, qualidade da larva (resistência no teste de estresse), estágio e quantidade de alimento adicionada em cada saco.

Além desse cuidado, alguns princípios devem ser respeitados:

- o ideal é que as *Pls* sejam embaladas e transportadas em água com salinidade e o pH próximos aos da água para onde elas serão transferidas quando chegarem à fazenda;
- o transporte deve ser programado de tal forma que as pós-larvas cheguem à fazenda preferencialmente nos horários de menor temperatura, pela manhã ou no final da tarde;
- o transporte deve ser feito em sacos plásticos de 30 litros, contendo 12 litros de água e o restante preenchido com oxigênio puro;
- os sacos com as pós-larvas devem ser transportados em caixas térmicas para evitar aumento da temperatura da água, que pode provocar mortalidade;
- densidade durante o transporte: 800 – 1500 Pl₁₂/l;
- alimento: náuplios de artêmia em densidade de 25 a 80 N/l;
- temperatura da água: 24°C (para transportes curtos, de até 4 h), de 22°C (para transporte com duração de até 12 horas) ou 20°C (para transportes com duração superiores a 12 h);
- utilizar carvão ativado, em proporção de 0,3 g/l e microalgas em proporção de 80.000 cel/ml.

É altamente recomendável a colocação de carvão ativado e de microalgas nos sacos de transporte de Pl's. O carvão ativado reduz o impacto causado sobre a qualidade da água causado pela degradação de camarões e náuplios de artêmia mortos e dos resíduos nitrogenados liberados na água. As algas evitam uma redução excessiva do pH da água durante o transporte.

- Se possível, levar sempre sacos plásticos adicionais, contendo água do laboratório, sem larvas, para ajudar posteriormente no processo de aclimatação na fazenda.
- Na região Sul do país, ou em regiões que apresentem temperaturas frias no inverno, deve-se realizar o povoamento das pós-larvas 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.

DICAS:

- Se a distância for inferior a 8 horas e o trajeto puder feito por via terrestre, é preferível transportar as Pls em tanques ou caixas de transporte, com aeração, em uma razão de 180.000 Pls por tanque de 200 l. Nesse caso devem-se utilizar entre 20-30 náuplios de artêmia/l, e checar essa densidade alimentar a cada 4 horas. Caso a densidade de náuplios de artêmia seja baixa, deve-se complementar a alimentação com Frippak #3, em razão de 1,5 g por tanque.
- A redução da temperatura para o transporte de Pls deve seguir uma relação de 1°C a cada 15 minutos.

- Outra substância que pode ser colocada nos sacos de transporte, para evitar a variação de pH é o Tris (Hydroximetil Amino-Metano), em concentração de 1,0 g/saco.
- No transporte das Pls em caixas de isopor, por períodos superiores a 12 h, deve-se colocar 2 a 3 kg de gelo em sacos plásticos e acondicioná-los juntos aos sacos contendo larvas, nas caixas de isopor.
- O técnico deverá exigir do laboratório uma guia com a descrição dos principais parâmetros de qualidade da água nos sacos plásticos no momento do embarque, assim como a descrição da densidade e da qualidade das larvas (resistência no teste de estresse, estágio e quantidade de alimento colocado).

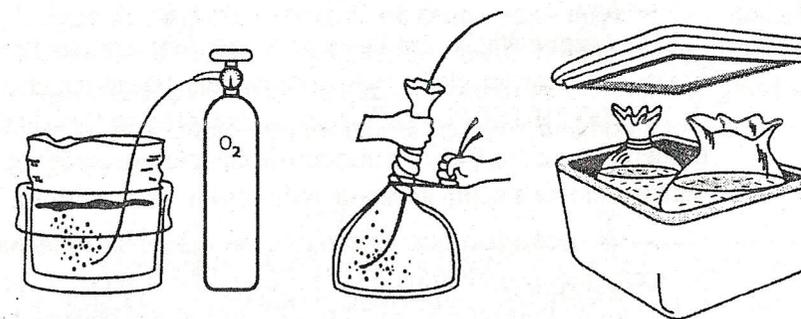


Figura 27. Embalagem de larvas para o transporte.

6.3. ACLIMATAÇÃO

6.3.1. Material necessário para a aclimatação

Cada espécie de camarão apresenta diferentes níveis de tolerância à oscilação brusca das variáveis determinantes da qualidade de água. Assim, a aclimatação visa promover uma lenta homogeneização entre a água em que foram transportadas as larvas (nos sacos plásticos) e a água para onde elas serão transferidas (nos tanques de aclimatação ou nos viveiros de engorda), de modo que as larvas sofram os menores impactos possíveis durante essa transição. Os parâmetros que deverão ser medidos são: temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido.

Tanques de aclimatação

A aclimatação das larvas deve ser feita em tanques de 500 litros, com aeração. Nesse caso, a densidade deverá ser, no máximo, de 150.000-250.000 Pl_{10} ou Pl_{12} /tanque de 500 litros. Com base nesses números, deve-se calcular o número de tanques que serão necessários para promover a aclimatação de todas as larvas adquiridas.

É necessário que os tanques de aclimatação tenham sido previamente desinfetados. O ideal é deixá-los secos, expostos ao sol, durante dois ou três dias. Dois dias antes da chegada das larvas à fazenda, eles devem ser limpos com uma solução concentrada de hipoclorito de sódio e preenchidos com água também clorada. Depois de uma hora em contato com a solução, os tanques devem ser bem enxaguados, secos e novamente expostos ao sol por, pelo menos, 6 horas.

O ideal seria dispor da mesma água utilizada no transporte das larvas para iniciar o processo de aclimatação. Para isso, o técnico pode solicitar que alguns sacos, contendo água, da mesma fonte

utilizada no transporte de Pls , sejam enviados junto com os sacos de transporte. De qualquer forma, o técnico deve reservar um pouco da água do próprio viveiro para realizar a aclimatação.

Nesse caso, um dia antes de receber as Pls , alguns desses tanques devem ser preenchidos com água do viveiro para onde as larvas serão transferidas. Nessa água, o técnico deverá diluir 1 grama de EDTA/500 litros (2 ppm).

EDTA: é como é chamado o ácido etilenodiaminotetracético, 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.

Gelo

É provável que a temperatura da água nos sacos de transporte chegue à fazenda abaixo da temperatura ambiente. Desta forma, pode ser necessário também ter à mão sacos de gelo, para promover a redução da temperatura da água que será utilizada na aclimatação. 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

Outro produto que se deve ter à disposição para realização da aclimatação é carvão ativado. Como a qualidade da água nos sacos de transporte já chega à fazenda comprometida e como as Pls serão alimentadas durante a aclimatação, prejudicando ainda mais a qualidade da 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 larvas 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 larvas serão mantidas em altas densidades nos tanques.

Por isso, é sempre recomendável que o técnico tenha à sua disposição cilindros com oxigênio puro para usar durante o processo de aclimação. Esse oxigênio deve ser injetado suavemente na água do tanque de aclimação, até que as concentrações de OD nessa água atinjam a mesma concentração da água dos sacos de transporte.

Alimento para aclimação

Existem alimentos comerciais (importados) específicos para serem utilizados durante a aclimação (como é o caso do Frippak #3, por exemplo) e no período em que as larvas permanecerem nos berçários intensivos. Uma alternativa eficiente é o uso de gema de ovo cozido, esfarelada e peneirada através de malha de 500 µm, como alimento. Náuplios congelados de artêmia também podem ser utilizados.

Instrumentos

Para que a aclimação seja bem feita, aumentando as chances de sobrevivência das larvas nessa fase crítica do cultivo,

são necessários os seguintes equipamentos: refratômetro (para medir a salinidade); oxigenômetro, pHmetro e um termômetro.

6.3.2. Técnicas de aclimação

Quando as larvas chegarem à fazenda, preferencialmente pela manhã ou no final da tarde, o técnico deverá pegar quatro dos sacos, escolhidos aleatoriamente, e medir a temperatura, a salinidade, a concentração de OD e o pH da água. A seguir, deverá suprir esses sacos já abertos com oxigênio puro, para que as PIs não morram por falta de oxigênio.

Enquanto isso, deve calcular os valores médios de todos os parâmetros medidos nos quatro sacos. Esses valores médios deverão servir de base para a aclimação.

A água limpa, vinda do laboratório, ou uma pequena parte da água do viveiro, previamente preparada, deverá ser colocada nos tanques de aclimação. Depois, sacos, ainda fechados, devem ser transferidos para os tanques. Os sacos só deverão ser abertos, quando a temperatura interna e a da água nos tanques estiverem estabilizadas.

Densidade: Durante a aclimação, deve-se utilizar uma densidade de 150.000 a, no máximo, 250.000 PIs₁₀₋₁₂ /tanque de 500 l. Se a temperatura ambiente for muito elevada, deve-se diminuir a densidade de larvas nos tanques (usar 350 PIs/l). Assim que os sacos plásticos com larvas chegam à fazenda, eles devem ser colocados em contato direto com a água dos berçários ou viveiros a serem povoados, para que a temperatura no interior dos sacos possa se igualar à do local para onde serão transferidas.

Para aclimatar as pós-larvas devemos seguir a seguinte seqüência: temperatura, salinidade e pH da água do viveiro. Lentamente, adiciona-se a água previamente preparada, de modo a provocar uma variação máxima de 2 ppmil/hora na salinidade dessa água ou de 0,5 unidades de pH/hora, o que for menor. A aclimação à salinidade deve ser feita misturando a água do viveiro à água de transporte nas proporções definidas na Tabela 15.

Tabela 15 - Aclimação de *L. vannamei* à salinidade

Salinidade (ppmil)	Taxa de renovação	Observação
35-20	4 ppmil/hora	Descansar ½ hora
20-15	2 ppmil/hora	Descansar ½ hora
15-5	1 ppmil/hora	Descansar 1 hora
< 5	1 ppmil/hora	-

Durante a aclimação, as *Pls* devem ser continuamente alimentadas com pequenas e freqüentes porções de ração.

A velocidade de aclimação pode ser acelerada ou reduzida em função do vigor das larvas. Larvas que respondem melhor ao teste de estresse, com níveis de sobrevivência acima de 80%, podem ser aclimatadas em menos tempo. Por outro lado, quanto menor a sobrevivência no teste de estresse mais lenta deve ser a aclimação.

Todo esse processo deve ser feito com água sendo continuamente oxigenada. Para isso, utilizam-se mangueiras de silicone ou de borracha acopladas ao cilindro de oxigênio.

Às vezes, a aclimação das larvas ao pH pode ser bastante lenta e difícil, em função da tendência do pH da água do mar retornar rapidamente ao seu valor original (efeito tampão).

- *Caso o pH da água com as larvas esteja muito elevado, sugere-se a utilização de ácido muriático para baixá-lo (adicionar 10ml de ácido para cada 1.000 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.*
- *Quando a diferença do pH entre a água no tanque de aclimação e a da água do mar exceder a 0,8 unidades, o técnico poderá utilizar calcário se precisar elevar o pH durante a aclimação.*

Caso a aclimação demore mais de duas horas, o técnico deverá misturar cerca de 400 g de carvão ativado para cada 1.000 litros de água, para melhorar a qualidade da água e elevar a sobrevivência das larvas. Pode, também, acrescentar EDTA (2 ppm) na água, repetindo o processo realizado previamente.

Quando a salinidade, o pH e a temperatura da água do tanque de aclimação e a da água do viveiro se igualarem, a aclimação estará concluída e as larvas estarão prontas para o povoamento ou, se for o caso, para se iniciar a fase de cultivo nos berçários intensivos.

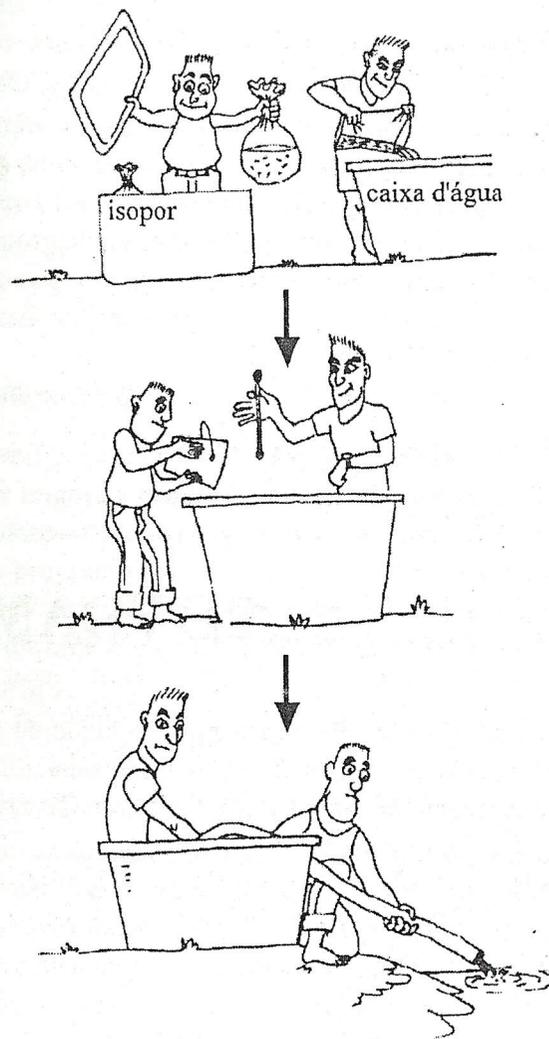


Figura 28. Representação esquemática do processo de aclimação de pós-larvas.

Durante a aclimação, deve-se também observar e registrar o comportamento das Pls nos tanques de aclimação, analisando o nível de atividade natatório, a existência de larvas com natação errática; a presença de mudas na água; a presença de larvas mortas e a ocorrência e a frequência de canibalismo. Também é importante coletar uma amostra de aproximadamente 30 Pls e, com auxílio de uma lupa, avaliar: a sua coloração, a presença de alimentos no trato digestivo, a existência de muco nas setas e ocorrência de deformidades. Todas essas informações são indicadores da qualidade das Pls e devem ser avaliadas antes da transferência das larvas para os viveiros.

Capítulo 7

POVOAMENTO

Uma vez aclimatadas à temperatura, salinidade e pH (que devem ser exatamente os mesmos da água para onde serão transferidas), as larvas estão prontas para o povoamento.

Dentre os sistemas de cultivo adotados atualmente pelos produtores de camarão no país, há uma preferência pelo sistema bifásico, que é constituído por berçários ou pré-berçários de pequeno porte, empregados na recepção e no cultivo inicial das *Pls*, e por viveiros de engorda de grande porte, destinados ao crescimento e à terminação dos camarões.

7.1. VIVEIROS-BERÇÁRIOS

Viveiros-berçários são viveiros 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 eficiente e projetado para a recaptura dos juvenis. Nesse sistema, os camarões são estocados em densidades muito superiores às utilizadas durante a engorda (500.000-2.000.000 *Pls*/ha, ou seja, 50-200 *Pls*/m²).

As técnicas de preparação de viveiros-berçários são as mesmas utilizadas em viveiros de engorda e são apresentadas em capítulo específico deste livro, não havendo razão para repeti-las.

O arraçoamento nos viveiros-berçários deve começar assim que povoamento estiver concluído. Devem ser fornecidos cerca de 10 kg/ha/dia de ração (com 35% de proteína bruta) durante a primeira semana. Depois, essa quantidade deve ser aumentada para 45 kg/ha/dia (o que exige um cuidado especial na manutenção da qualidade da água) e mantida assim até quando os camarões estiverem prontos para serem transferidos para os viveiros de engorda (o que geralmente acontece após a 4ª ou 5ª semana, quando os camarões chegam a 0,8-1,0 g).

A ração deve ser fornecida duas vezes ao dia (no início da manhã através de lanço feito em zigue-zague, e no final da tarde ao redor do viveiro, respeitando-se uma distância de 10 metros dos taludes), com auxílio de um bote ou de um caiaque. O uso de bandejas de alimentação também pode ser feito, porém sem deixar de se fornecer parte da ração a lanço, para facilitar a captura de alimento pelas *Pls*.

Todas as demais técnicas e rotinas de manejo biológico e de manutenção da qualidade da água em viveiros berçários são semelhantes às aplicadas durante a engorda.

O ponto mais crítico da tecnologia de viveiros-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 seguintes princípios e técnicas:

- percentagem de camarões com a casca mole na população deve ser inferior a 5%;
- preferencialmente, a transferência deve ser feita à noite, durante as marés de sizígia (marés de lua nova ou cheia);
- um dia antes da transferência, o volume de água nos viveiros-berçários deve ser reduzido em 60%;
- as concentrações de OD devem ser monitoradas durante todo o tempo;
- os camarões são atraídos pela luz, assim, a colocação lâmpadas de halogênio, ou de qualquer outra fonte de luz próxima à comporta de saída, facilita a coleta dos camarões;
- 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;

- 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 5kg de juvenis por caixa;
- a água das caixas deve ser drenada por 10-15 segundos e imediatamente pesadas (uma biometria, realizada no dia da transferência, vai permitir que se conheça, com relativa precisão, o número total de camarões, com base na biomassa total transferida);
- além desse método, a coleta dos juvenis também pode ser feita através de redes de arrasto;
- no final, quando a quantidade de água já for reduzida, pode ser necessário bombear água do canal de abastecimento diretamente para o viveiro-berçário, para que os camarões não fiquem presos na lama;
- 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.
- a transferência dos camarões das caixas de transporte para os viveiros deve ser feita usando mangueiras, que são posicionadas diretamente na linha d'água, para não ferir os camarões; e
- o tempo total da operação de transferência não deve ser superior a 8 horas.

OBSERVAÇÃO:

Tomar bastante precaução, se durante este procedimento começar a chover; pois a tendência é que o camarão se estresse e comece a mudar. Deve-se monitorar a percentagem de muda, e ao primeiro sinal de que isto começa a ocorrer com maior intensidade, interromper imediatamente a transferência.

Como se pode perceber, toda essa operação é bastante complexa e envolve altos riscos. Por isso, o uso de viveiros-berçários é uma prática que vem vêm sendo rapidamente substituída pela utilização de tanques de pré-berçários em regime intensivo.

Outra opção que vem sendo adotada por produtores que não possuem viveiros-berçários em sua propriedade é a estocagem das Pls em tanques-rede, de malha 5 mm, posicionados dentro dos próprios viveiros. Nesse caso, podem ser estocadas até 40.000 Pls/m², mas o uso de aeradores é essencial para garantir a qualidade da água.

O tanque-rede proporciona uma grande facilidade de manejo e permite que os camarões, atinjam em pouco tempo 1-1,5 g, estando então aptos à transferência para os viveiros de engorda.

OBSERVAÇÃO:

Neste tipo de sistema devemos ter bastante precaução com a quantidade de alimento utilizado no seu interior, assim como é fundamental a limpeza diária das telas, para evitar a deterioração das condições da água no cercado.

7.2. PRÉ-BERÇÁRIO (BERÇÁRIOS INTENSIVOS)

O princípio básico dos pré-berçários é o mesmo que rege o uso dos viveiros-berçários, ou seja, são tanques (usualmente de concreto ou de fibra de vidro), onde as *Pls* são mantidas em regime intensivo, durante o tempo necessário para que atinjam um determinado tamanho ou uma condição fisiológica tal que lhes permita atingir taxas de sobrevivência e de crescimento na fase de engorda, muito superiores àquelas obtidas com o povoamento direto.

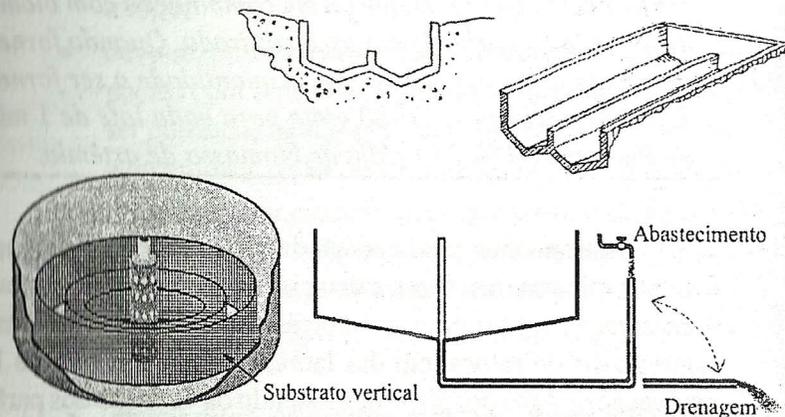


Figura 29 - Detalhes de um pré-berçário (em destaque, os substratos verticais).

Intensificar significa aumentar a quantidade de camarões em um mesmo espaço e isso só pode ser feito se a qualidade da água apresentar condições mínimas para a manutenção da vida. Em um tanque, isso só pode ser obtido com o uso de aeração artificial, renovação e filtração d'água e (mais recentemente) com o uso de substratos artificiais, que permitem o aumento da superfície disponível para os camarões dentro de um mesmo tanque.

Na Região Sul, o uso de pré-berçários nas fazendas ainda não é tão comum como no restante do país. Em compensação, criou-se uma mentalidade de que os laboratórios devem produzir e comercializar *Pls*₂₀ e não *Pls*₇₋₁₀, como geralmente acontece na Região Nordeste. Nessas condições, o uso de pré-berçários pode até ser dispensado, uma vez que os riscos envolvidos no povoamento direto dos viveiros acabam sendo minimizados, pois as larvas já se encontram bem formadas e aptas para a fase de engorda.

7.2.1. Preparação dos pré-berçários

Os pré-berçários são tanques usualmente retangulares, circulares ou hexagonais; 1,2-1,5 m de profundidade; com volume útil entre 20.000 e 80.000 l; construído em alvenaria, concreto ou fibra de vidro; posicionados em áreas próximas ao canal de abastecimento de água dos viveiros de engorda; dotados de um sistema que permite a aeração e a renovação constante da água e que servem para a recria das pós-larvas.

Normalmente, nas regiões Norte e Nordeste do país, as *Pls* são mantidas nos tanques de pré-berçário por aproximadamente 10-25 dias, o tempo necessário para atingirem cerca de 1,0 g, dependendo das práticas operacionais adotadas pelo técnico.

Os tanques devem ser previamente preparados para receber as pós-larvas. A preparação consiste na colocação de substratos verticais (telas tipo mosquiteiro ou telas especiais, desenvolvidas especialmente para uso na aquíicultura), filtragem (com o uso de filtros de 500µm) e fertilização da água, sob aeração contínua.

Pode-se optar pela inoculação de espécies pré-escolhidas de algas, especialmente as diatomáceas bentônicas. A inoculação com microalgas deve ser feita sempre ao amanhecer². Outra

² As técnicas de produção de microalgas estão descritas no livro Camarões Marinhos - Volume I - Reprodução, Maturação e Larvicultura.

possibilidade é a simples fertilização da água captada. 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.

Fertilizantes: Para fertilização, o produtor poderá utilizar adubos orgânicos ou químicos:

- *Fertilização orgânica: utilizar 1 kg de esterco curtido e bem seco ou de cama de frango peneirada para cada 28.000 l de água, a cada 15 dias.*
- *Fertilização química: dissolver 60 g de uréia, 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 contida no pré-berçário.*

As larvas devem ser estocadas em uma taxa máxima de 20-30 Pls/l, alimentadas com alimento balanceado (microparticulado) e biomassa de artêmia durante os 18 primeiros dias, e apenas com alimento balanceado durante os sete últimos dias.

O alimento deve ser fornecido em uma frequência de 12 vezes ao dia, alternando-se entre ração balanceada, à razão de 30g para cada 100.000 Pls, e 20 g de biomassa de artêmia (ambas divididas em 6 doses), utilizando-se bandejas para auxiliar na avaliação do consumo.

ALIMENTAÇÃO NOS PRÉ-BERÇÁRIOS:

A manutenção das condições nutricionais das Pls na fase de berçário é um pré-requisito obrigatório para garantir o sucesso da engorda dos camarões nessa fase crítica do cultivo. Já está acessível ao mercado brasileiro uma ração diferenciada para a fase de berçário, a Camaronina 40 CRI, da Purina. Essa é uma ração desintegrada, com partículas de 0,4 a 1,0 mm de diâmetro e que possui 40% de proteína bruta, que pode ser fornecida isoladamente ou em combinação com biomassa de artêmia ou carne de molusco triturada. Quando fornecida em combinação com a artêmia, a quantidade a ser fornecida de ração varia entre 70-80 g/dia para cada lote de 1 milhão de Pls e entre 150-250 g/dia de biomassa de artêmia.

Diariamente, pela manhã, deve-se proceder a retiradas dos resíduos alimentares, fezes e demais metabólitos por sifonamento. A renovação de água no pré-berçário deve se iniciar a partir do segundo dia de estocagem das larvas. A taxa inicial é de 10% de renovação de água por 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.

Uma vez as larvas estando aclimatadas, deve-se sempre utilizar nos pré-berçários a mesma água que abastece os viveiros de engorda, para que elas se adaptem às condições que irão encontrar após o povoamento definitivo.

Todos os dias, a salinidade, a temperatura, a concentração de OD e a transparência da água devem ser medidos e anotados em planilhas individuais, assim como a avaliação da qualidade larval e a quantidade de alimento fornecida.

7.2.2. Transferência

Os seguintes princípios devem ser observados no momento da transferência dos camarões para os viveiros de engorda:

- a percentagem de camarões com a casca mole na população deve ser inferior a 5%;
- preferencialmente, a transferência deve ser feita pela manhã, bem cedo;
- as concentrações de OD devem ser monitoradas durante todo tempo;
- deve-se, primeiramente, fazer uma coleta de larvas utilizando puçás, com o nível de água do tanque pela metade. Devem ser coletadas larvas por toda a superfície do tanque, até que a quantidade de larvas capturadas comece a escassear;
- 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;
- os camarões devem ser coletados em caixas de coleta específica;
- depois disso, devem ser transferidos para um tanque plástico de 500 l, onde são contados e transferidos imediatamente para as caixas ou tanques de transporte;
- as caixas de transporte devem ser submetidas à oxigenação contínua e densidade máxima 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; e

- o tempo total da operação de transferência não deve ser superior a 8 horas.

O uso de berçários intensivos apresenta várias vantagens em relação ao povoamento direto, o que explica a sua popularização no país:

Aspectos econômicos e operacionais

- diminuem-se os riscos de lucro cessante;
- otimiza-se o espaço na fazenda;
- as larvas são mantidas em espaços reduzidos, o que exige uma maior atenção, mas possibilita um maior controle sobre todas as variáveis envolvidas no processo produtivo;
- podem ser fornecidas dietas especiais (contendo imunostimulantes ou promotores de crescimento, por exemplo);
- permitem uma contagem mais eficiente, antes da transferência definitiva para os viveiros de engorda; e
- em regiões sub-tropicais, os pré-berçários podem ser utilizados para adequar o cronograma de povoamento da fazenda às variáveis climáticas, permitindo a estocagem das larvas até que as condições ambientais se tornem satisfatórias.

Aspectos zootécnicos

- larvas mais robustas e em estágios mais avançados de desenvolvimento apresentarão melhor desempenho durante a fase de engorda;
- o uso de pré-berçário permite que o produtor se previna contra larvas de má-qualidade, uma vez que ele pode monitorar a sobrevivência e o desempenho zootécnico das larvas antes mesmo do povoamento; e

- permitem melhorar a eficiência nos viveiros de engorda. A estocagem de juvenis permite a redução do tempo de engorda e, portanto, o aumento do número de ciclos anuais de produção.

Aspectos de biossegurança

- maior controle sobre a qualidade da água durante o cultivo;
- como os volumes de água são relativamente reduzidos, a água pode ser tratada antes e depois de passar pelos tanques, reduzindo os riscos de contaminação da própria fazenda;
- facilita-se a limpeza e desinfecção das larvas;
- permite a manutenção das larvas em quarentena, caso seja necessário; e
- caso apresentem problemas patológicos, as larvas podem ser eliminadas, evitando a contaminação de toda a fazenda.

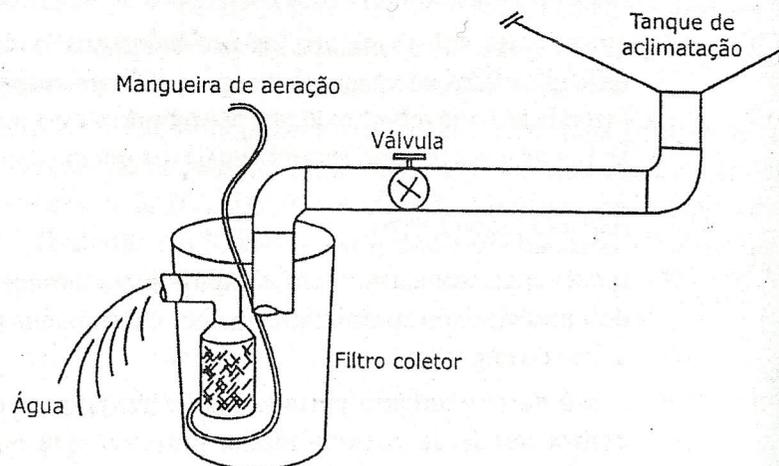


Figura 30. Coleta de larvas em tanque de pré-berçário.

7.3. POVOAMENTO DIRETO

O povoamento direto apresenta vantagens e desvantagens em relação ao uso de pré-berçários. As vantagens são a diminuição dos custos, a simplificação das operações de manejo e a diminuição da carga de manipulação das larvas, com conseqüente redução da mortalidade devido a esse tipo específico de estresse.

Apesar disso, os riscos inerentes ao povoamento direto são maiores. As larvas povoadas diretamente se encontram em uma fase de vida mais inicial e sensível. Muitas vezes, suas estruturas branquiais não estão completamente formadas, de modo que a regulação osmótica pode não ser feita de forma eficiente.

O povoamento direto não elimina a necessidade de aclimação das larvas. Pelo contrário, neste caso, uma boa aclimação passa a ser um fator preponderante para o sucesso da fase de engorda.

7.4. DENSIDADES DE POVOAMENTO

Por mais óbvio que isso possa parecer, produzir camarões não é como produzir pregos. Em uma fábrica de pregos, quanto mais ferro se usa, mais pregos são produzidos. Em uma fazenda de cultivo de camarões, quanto maior for a densidade de povoamento, maiores serão os riscos que o produtor correrá.

Na década de 80, os cultivos no Brasil eram realizados em regime extensivo e as densidades de povoamento não passavam de 5 camarões/m². Na década de 90, com o desenvolvimento de novas práticas de manejo (principalmente após a introdução do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*, do uso de rações mais adequadas e

de melhor qualidade; do arraçoamento através de bandejas de alimentação; da melhor utilização dos alimentos naturais) o regime de produção passou a ser semi-intensivo e as densidades de povoamento chegaram a até 25-30 camarões/m².

Mais recentemente (com o uso de substratos verticais; maior conhecimento do papel e da própria manipulação das bactérias presentes no solo e na água; intensificação no uso de aeradores) algumas fazendas vêm testando o povoamento com densidades de até 60 camarões/m², o que, teoricamente, permitiria a obtenção de níveis de produtividade de 6.000 kg/ha/ciclo. A próxima meta é a superação da marca de 100 camarões/m².

OBSERVAÇÃO:

Cultivo com mais de 30 camarões/m², só é viável com a utilização de aeradores, portanto a dependência a partir desta densidade é enorme, sendo assim, é imprescindível a aquisição de geradores de reserva, pois qualquer apagão de luz pode ser fatal.

Mas, mais uma vez, é importante ressaltar que a produção de camarões não pode ser encarada da mesma forma como a produção de pregos. É evidente que já deixamos aquela fase de povoamento dos viveiros com uma densidade de 4 camarões/m², mas também é certo que ainda não existe uma tecnologia disponível para que qualquer técnico, independentemente da sua experiência e do seu conhecimento, povoe seus viveiros com 60 ou mais camarões/m² e obtenha sucesso. A maior prova de que isso é verdade é que raras são as fazendas no país que conseguem, mesmo com densidades de povoamento inferiores a 30 camarões/m², obter taxas médias históricas de sobrevivência superiores a 65-75%.

Outro aspecto que deve ser observado é que as chances de aparecimento de enfermidades devastadoras são potencializadas em cultivos realizados com densidades elevadas. Além disso, a qualidade da água pode apresentar variações críticas em questão de horas e o técnico pode nem ter tempo para tentar reverter a situação.

O carcinicultor, antes de tudo, é um empresário do setor rural. Por isso, a densidade exata de povoamento deve ser decidida com base em critérios técnicos e econômicos, como:

a) 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 maior densidade de estocagem (30 ou mais camarões/m²) e vender camarões de menor tamanho (8-10g), ou de reduzir a densidade (não passando de 15 camarões/m²), mas produzindo um camarão de 17 g ou mais, em um mesmo período.

b) qualidade da ração utilizada e das larvas adquiridas: insumos deficientes não permitem a obtenção de resultados satisfatórios, por melhores que sejam as práticas de manejo adotadas.

c) 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 etc). Assim, o aumento da densidade deve ser ancorado sempre na melhoria das práticas de manejo.

d) tamanho médio do camarão na despesca: quanto maiores forem as densidades utilizadas, menores costumam ser as taxas de crescimento e, portanto, é mais difícil se obter camarão maiores e lotes mais uniformes.

e) *tempo projetado para cada ciclo de produção: em densidades menores, como as taxas de crescimento são geralmente maiores, o tempo de cultivo acaba sendo reduzido.*

f) *experiência do técnico ou 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.*

g) *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.*

7.5. AVALIAÇÃO DAS TAXAS INICIAIS DE SOBREVIVÊNCIA

Independentemente do método utilizado para o povoamento dos viveiros de engorda, após a transferência para os viveiros, o produtor perde temporariamente contato com os camarões. Ou melhor, esse contato fica limitado às biometrias, quando uma pequena amostra da população é capturada para avaliação dos animais.

Por isso, o início da fase de engorda é, de certa forma, um momento angustiante, pois o produtor passa a se questionar: As larvas se adaptaram bem às condições dos viveiros? Houve mortalidade? De quanto foi essa mortalidade?

Para minimizar um pouco tais questionamentos, pode-se lançar mão de um artifício bastante simples e efetivo: Constroem-se pequenas gaiolas com tampa, com armação de madeira, com dimensões aproximadas de 30 x 30 x 70 cm, toda revestida com telas de malhas de 1 mm (dependendo da idade das *Pls*, a abertura

da malha pode ser menor). As telas devem ser muito bem presas à estrutura de madeira, para evitar fuga de larvas.

Essas gaiolas (três por viveiro) devem ser bem fixadas no fundo. No momento do povoamento, o técnico transfere, cuidadosamente, 100 larvas para cada uma delas, e adiciona 3 g de ração na gaiola. Dessa forma, será possível estimar a taxa inicial de sobrevivência das larvas nos viveiros. Basta que o técnico, após 24, 48 e 72 h, retire uma das gaiolas do viveiro (daí a razão para colocar três gaiolas por viveiro) e transfira as larvas para uma bacia, onde poderão ser facilmente contadas. O número de larvas sobreviventes é um bom indicador do estresse a que foram submetidas durante a fase de aclimação e até da sua própria qualidade.

Tabela 16 - Avaliação das taxas de sobrevivência obtidas nas caixas de controle de larvas

Taxas de sobrevivência (%)	Avaliação	Conseqüências
> 85 %	Os camarões passaram bem pela fase mais crítica do cultivo	O povoamento foi um sucesso e provavelmente não comprometeu a sobrevivência inicial nos viveiros.
50 - 85%	A qualidade das larvas não era boa ou o nível de estresse durante a aclimação foi muito alto	Há probabilidades de que a taxa inicial de sobrevivência no cultivo foi elevada, o que, se confirmado, comprometerá a produtividade final do cultivo.
< 50%	Resultado bastante preocupante. O técnico deve revisar toda a documentação e os protocolos adotados para tentar identificar a origem do problema	A probabilidade de quebra expressiva no cultivo é grande. Em casos extremos, após checados e confirmados todos os protocolos, pode-se optar até mesmo pelo repovoamento total ou parcial do viveiro.

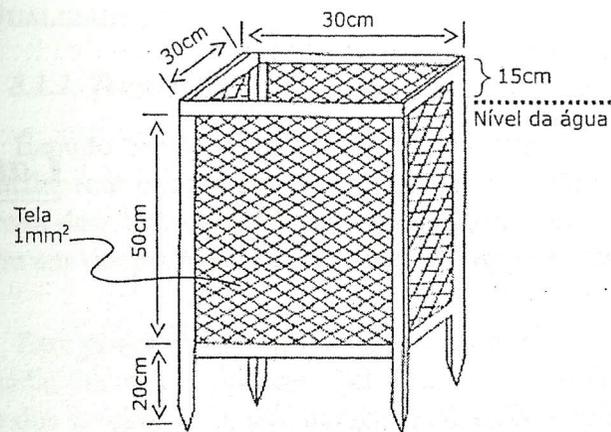


Figura 31. Caixa telada usada para a estimativa das taxas iniciais de sobrevivência pós o povoamento nos viveiros de engorda.

7.6. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Na Região Nordeste e durante o verão nas regiões Sudeste e Sul, os cultivos semi-intensivos de *L. vannamei* têm duração média de 100-130 dias, tempo suficiente para os camarões atingirem um peso médio de 12-13g. Porém, a questão do peso desejável para os camarões na despesca depende basicamente das demandas de mercado. O fato é que os cultivos de camarões, ao contrário da maioria das modalidades aquícolas, caracterizam-se pela brevidade do seu ciclo de produção.

A taxa final de conversão alimentar, por sua vez, depende muito da eficiência das práticas de manejo adotadas, da qualidade da ração e das próprias *Pls* utilizadas. Atualmente, têm sido possível a obtenção de taxas de conversão alimentar que variam desde 0,9:1, até 1,6:1. Nos cultivos semi-intensivos, essas taxas ficam, em média, entre 1,1:1 e 1,3:1.

A taxa final de sobrevivência na engorda é um parâmetro decisivo na definição da produtividade final de um cultivo. Consideremos dois exemplos: 1) um produtor que povoe seus viveiros com 20 *Pls/m²* e que consiga obter 70% de taxa final de sobrevivência, fazendo a despesca dos camarões com 12 g, em média, irá alcançar uma produtividade de 1.680 kg/ha. 2) Um outro produtor que povoe seus viveiros com 40 *Pls/m²* e que obtenha taxa final de sobrevivência de 40%, promovendo a despesca dos camarões com os mesmos 12 g, irá alcançar a mesma produtividade, 1.680 kg/ha.

A introdução de *L. vannamei* e a melhoria das técnicas de manejo, vêm promovendo ganhos sucessivos de produtividade nos cultivos de camarões. Atualmente, é comum a obtenção de índices de produtividade média de 1.200-1.500 kg/ha/safra em várias fazendas espalhadas pelo país, o que significa produtividade de 3.000-4.500 kg/ha/ano. Algumas fazendas de ponta chegam, inclusive, a alcançar até 5.000-7.000 kg/ha/ano, embora esses índices estejam muito longe de serem considerados uma meta acessível a todos os produtores.

Capítulo 8

**O MANEJO DOS
VIVEIROS DURANTE A
FASE DE ENGORDA**

8.1. QUALIDADE DA ÁGUA

8.1.1. Temperatura

É muito difícil controlar a temperatura da água nos viveiros, pois ela depende basicamente da temperatura atmosférica. Porém, o produtor deve tomar cuidado, pois quanto menor for o volume de água em um viveiro, maior será a oscilação térmica ao longo de um dia.

Esse princípio é particularmente importante para fazendas localizadas nas regiões Sudeste e Sul. Durante os dias ensolarados, a água dos viveiros se aquece durante o dia e perde calor à noite. Essa oscilação causa um estresse desnecessário aos camarões e deve ser evitada. Para isso, recomenda-se que os viveiros sejam, sempre que possível, 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, os camarões tendem a apresentar uma maior atividade noturna, garantindo melhores performances de crescimento.

8.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD é, sem dúvida, o parâmetro individualmente mais importante e cujas variações exigem respostas mais rápidas do técnico. Porém, as variações das concentrações de OD não ocorrem ao acaso em um viveiro. É preciso estar atento aos sinais de problemas eminentes:

- os camarões param de alimentar sem nenhuma razão aparente;
- o coloração da água muda, passando de verde para marrom;

- camarões concentrados próximos à comporta de entrada de água do viveiro;
- camarões nadando próximo à superfície nas primeiras horas da manhã; e
- morte de camarões.

Quando as concentrações de OD caírem para patamares inferiores a 3 mg/l, pode ser necessário intervir. Nesse caso, o técnico pode: a) checar e promover a limpeza das telas posicionadas junto ao monge de escoamento d'água do viveiro; b) aumentar as taxas de renovação; c) suspender o arraçoamento; d) fazer o uso de aeradores ou utilizar bombas para promover a circulação de água nos viveiros, quebrando as estratificações (térmicas ou salinas) existentes na coluna d'água.

-
- *Antes de cada bombeamento de água, é importante averiguar se a concentração de oxigênio do canal da maré está acima de 2,5 ppm, caso contrário, pode-ser preferível nem realizar o bombeamento;*
 - *Manter o nível do canal de abastecimento da fazenda sempre cheio;*
-

O uso de aeradores

Aeradores são aparelhos mecânicos (elétricos ou movidos por motores a diesel ou gasolina) que promovem o aumento das taxas de incorporação do oxigênio atmosférico à água dos viveiros; eliminam, por arraste com ar, alguns gases tóxicos (CH_4 , H_2S , NH_3 , etc.); contribuem para a eliminação do excesso de gás carbônico da água e redução da ocorrência de estratificações.

Há duas técnicas básicas para se promover a aeração em viveiros: a água é aspergida pelo ar ou bolhas de ar são liberadas na água.

Os aeradores por aspersão incluem vários modelos, como, por exemplo, os aeradores de pás de superfície (paddle wheel), as bombas verticais, as bombas aspersoras. No caso dos aeradores de pás, o equipamento é posicionado sobre uma base flutuante e possui um conjunto de pás, que giram, impulsionadas por um motor (geralmente elétrico), e espalham a água para cima. Os aeradores tipo bombas verticais consistem de um motor, submersível, com uma hélice ligada ao seu eixo. A estrutura é mantida flutuando e, ao girar, a hélice impulsiona a água para cima, à baixa velocidade, daí o nome bomba vertical. Os aeradores tipo bombas aspersoras empregam uma bomba centrífuga para aspergir água a altas velocidades, através de um tubo perfurado, para o ar.

Os aeradores de bolhas, por sua vez, incluem os sistemas difusores de ar e as bombas propulsoras-aspiradoras. No sistema de difusão de ar, um compressor bombeia ar para um sistema de tubos perfurados ou para difusores de ar, localizados no fundo do viveiro. Esse sistema funciona bem para tanques de pré-berçários, onde são usados os chamados "sopradores" (compressores radiais). Já os equipamentos baseados na propulsão-aspiração trabalham em alta velocidade, provocando um fluxo de ar, que é captado, pelo princípio de Venturi, e liberado através de finas bolhas na coluna d'água.

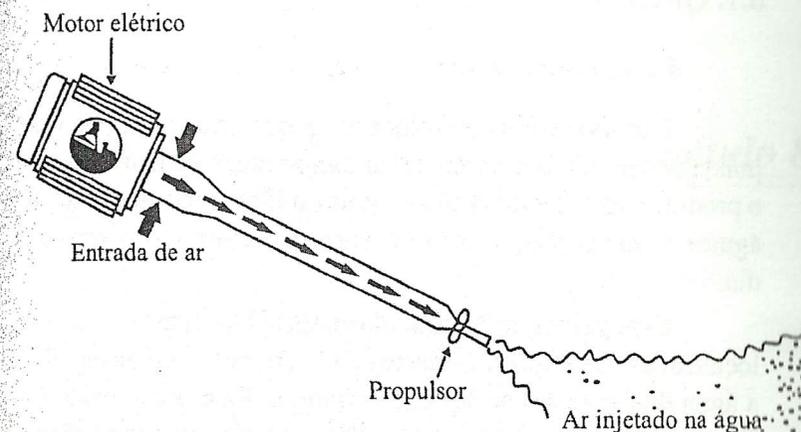


Figura 32. Aerador do tipo propulsor-aspirador.

Em geral, a quantidade média de oxigênio transferida com o uso de um aerador varia entre 0,9 e 2,7 Kg O₂/KW.hora. Isso significa que, em média, cada hp de potência é suficiente para promover a aeração em 0,5-1,0 ha de viveiro e impedir que as concentrações de oxigênio dissolvido caiam abaixo de 2-3 mg/l. Como essas concentrações ainda são consideradas de risco, no Brasil, tem sido comum o uso de aeradores em uma relação mínima de 2 hp/ha. Por outro lado, há fazendas que utilizam até 20 hp/ha, para garantir a sobrevivência dos camarões em viveiros com densidades mais elevadas.

Os aeradores de pá costumam ser até 40% mais eficientes que os demais e, por isso, são os mais utilizados em fazendas no Brasil, ainda que algumas prefiram aeradores propulsoras-aspiradores (de bolhas), que são mais eficientes em viveiros profundos (> 2,0 m).

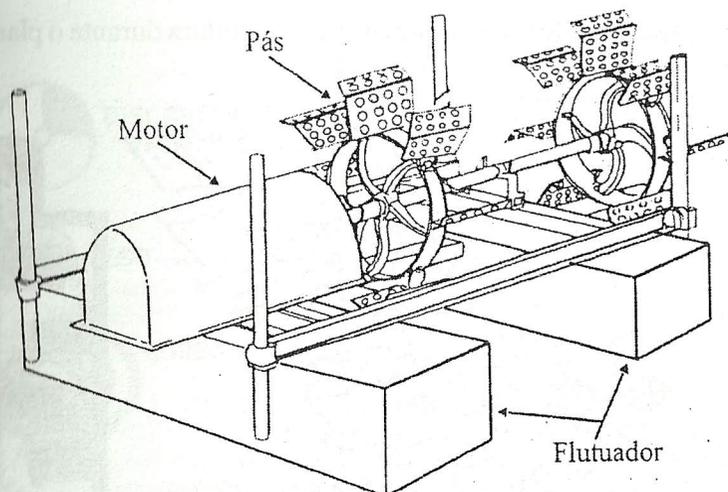


Figura 33. Aerador do tipo pás.

No entanto, o produtor deve ficar atento e observar as especificações do equipamento antes de adquirir um, pois há diversos modelos para cada tipo de aerador. Por exemplo, em relação aos aeradores de pá, há os modelos de pás agrupadas, pás separadas, pás dispostas em hélice, etc.

Em qualquer caso, quanto menor for o tamanho da bolha de ar formada, ou quanto maior for o spray ("nuvem de água"), maior será a eficiência de aeração. Isso explica porque costuma haver grandes diferenças entre os resultados alcançados com o uso de diferentes equipamentos.

OBSERVAÇÃO:

A eficiência do aerador depende fundamentalmente da potência do motor, da rotação e do formato e disposição das

pás. Um estudo realizado por especialistas da Universidade Federal da Santa Catarina mostrou que os aeradores fabricados no país estão entre os mais eficientes do mercado internacional. Nesse assunto, aeradores Bernauer, modelo B-213, com 2 hp e com pás dispostas helicoidalmente foram os mais eficientes entre os 18 aeradores avaliados.

No geral, quando comparados com seus semelhantes taiwaneses e americanos, ficou evidenciado que os aeradores nacionais são capazes de incorporar maior quantidade de oxigênio pela mesma quantidade de energia consumida, com valores variando entre 1,69 kg de O₂/kwh (para aeradores B-213, de 2 hp com pás dispostas em formas de hélice).

Um cuidado muito especial deve ser dado quanto 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 cause a erosão do fundo (ressuspendendo o sedimento e provocando sua deposição em outros pontos do viveiro). Como sugestão, podem-se posicionar os aeradores paralelamente, ancorados na metade do viveiro ou próximo a uma das laterais e orientados todos do mesmo lado.

O uso de aeradores pode ser feito:

- nos períodos mais críticos do dia (quando as concentrações de oxigênio dissolvido caírem para menos de 3 mg/l);
- todas as noites (entre meia noite e o amanhecer), para se manter estáveis as concentrações de oxigênio dissolvido na água;
- continuamente: naqueles casos em que os camarões são estocados em altas densidades.

A aeração complementar costuma ser obrigatória quando a biomassa presente no viveiro ultrapassa as 200g/m^2 , ou seja, o equivalente a 20 camarões de 10g/m^2 ou a 40 camarões de 5g/m^2 . Também é recomendável o uso de aeradores sempre que a taxa diária de arraçoamento superar os 50kg/ha .

8.1.3. Salinidade

Algumas espécies de camarões não se desenvolvem bem em águas com salinidades muito elevadas ou muito reduzidas. Porém, esse não é o caso de *L. vannamei*, que, uma vez aclimatado ao ambiente, não costuma apresentar limitações em relação à salinidade da água. Apesar disso, o monitoramento diário da salinidade é importante, porque a salinidade interfere na variação de outros parâmetros de qualidade de água e do próprio viveiro, além de possibilitar a compreensão das demais variáveis ambientais.

O cuidado básico que deve ser dispensado à salinidade é a renovação da água pela superfície, após períodos de intensas chuvas.

Em casos de condições extremas, deve-se utilizar 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.

8.1.4. Transparência

A água usada para abastecer os viveiros não deve ser turva, especialmente se essa turbidez for causada por material sedimentar em suspensão (partículas de argila, por exemplo), não devendo apresentar transparência menor que 60 cm. Uma das formas de diminuir a turbidez da água antes que ela entre nos viveiros, é utilizar um balizamento do tipo labirinto. Contudo, isso só poderá ser feito

se o produtor já tiver previsto essa estrutura durante o planejamento da fazenda.

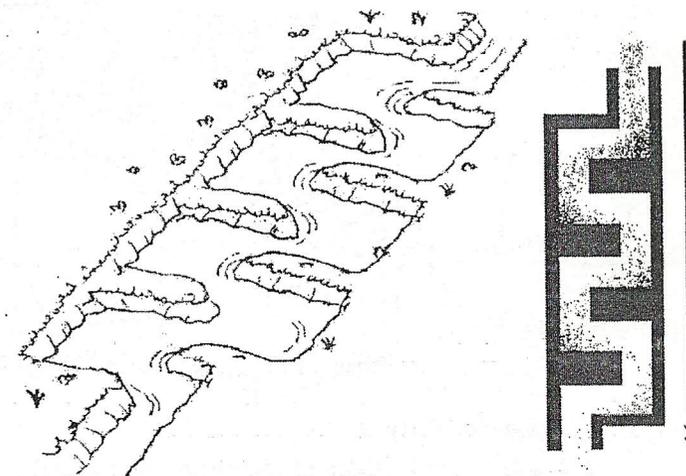


Figura 34. Representação esquemática do labirinto utilizado para redução da quantidade de material particulado em suspensão no canal de abastecimento de água da fazenda.

Já nos viveiros, a transparência é a forma mais simples de se avaliar a produtividade primária. Por isso, ela deve ser medida diariamente em cada viveiro, entre 10 e 14 h.

O instrumento utilizado para medir a transparência da água é o disco de Secchi. O disco mede 20 cm de diâmetro e é pintado de preto e de branco em quartos opostos. O disco pode ser feito de madeira ou plástico, contendo um peso para fazê-lo afundar e uma corda graduada, para possibilitar a medição. A pessoa fica de costas para o sol e mergulha o disco na água, observando-o de cima. A turbidez da água é medida pela profundidade em que não se consegue mais enxergar o disco.

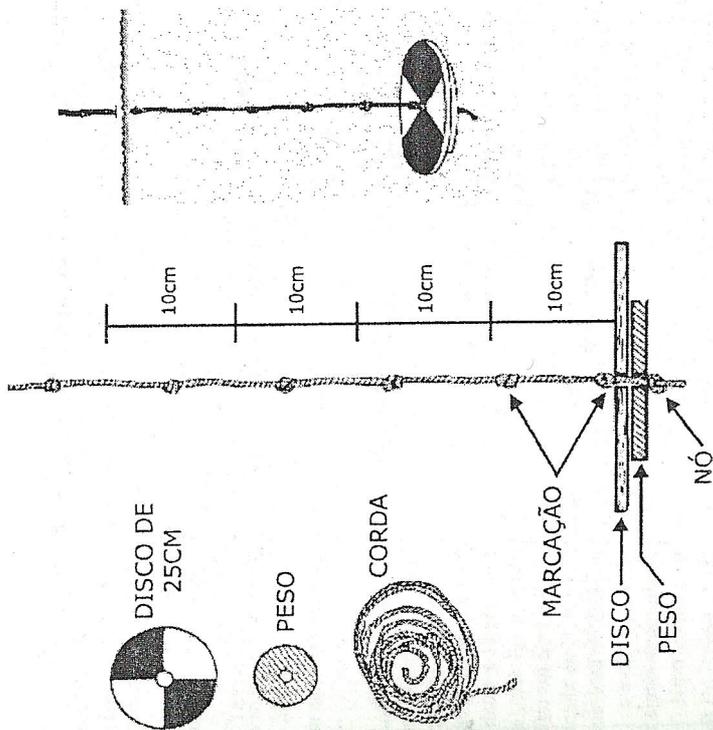


Figura 35. Disco de Secchi.

Quando o abastecimento de água dos viveiros for feito a partir de estuários muito ricos em nutrientes, a fertilização dos viveiros pode ser feita em menor frequência. Na verdade, o técnico pode decidir que estratégia adotar com base nos níveis de transparência da água dos viveiros.

Tabela 17 - Recomendações de manejo baseadas na transparência da água

Transparência da água	Manejo Recomendado
Maiores que 60 cm	Água muito clara. Muito pobre em fitoplâncton. Pode haver problema de colonização de macrofitas aquáticas (plantas em geral), o que deve ser evitado. Pode haver dificuldade de crescimento do camarão em função da intensidade e do tipo de luz que chega até o fundo.
Entre 45 e 60 cm	O fitoplâncton está se tornando escasso. É recomendável fertilizá-lo.
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.
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 (aplicar cal para tentar precipitar o mesmo), então certamente há pouco fitoplâncton no viveiro.

Tabela 18 - Síntese das práticas de rotina para o manejo da qualidade de água em viveiros de cultivo de *L. vannamei*

Variável	Periodicidade ideal das análises	Limites ideais	Medidas corretivas
Alcalinidade	Quinzenalmente	> 60 ppm	Se for inferior a 50 ppm, aplicar calcário dolomítico, à razão de 100 - 300 kg/ha. Renovação da água, retirando-se a água pelo fundo e fazendo-se a reposição pela superfície; Uso de aeradores; Redução do pH da água; Suspensão da fertilização dos viveiros; Suspensão do fornecimento de rações.
Amônia total (N-(NH ₃ +NH ₄))	Uma vez por semana	0,1 - 1,0 ppm	
Fósforo	Uma vez por semana	Concentração ideal nos primeiros 70 dias entre 0,4 e 0,9 ppm de P ₂ O ₅ , e depois entre 0,2 e 0,4 ppm de P ₂ O ₅	Fertilização.
Nitrato	Uma vez por semana	0,4 - 0,8 ppm	Renovação da água. Acompanhar as concentrações através de análises periódicas (pois o composto não apresenta elevada toxicidade).
Nitrito	Uma vez por semana	< 0,5 ppm	Corrigir o pH da água para evitar a intoxicação; Aumentar as taxas de renovação de água.

Continua

Variável	Periodicidade ideal das análises	Limites ideais	Medidas corretivas
Oxigênio Dissolvido	Diariamente, pela manhã (6 h) e à tarde (18 h)	4-10 ppm	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.
pH	Diariamente, pela manhã e à tarde	7,5-9,0	Se o valor de pH for superior a 9,0: suspender o arraçamento, renovar a água, medir a alcalinidade e aplicar calcário, se a alcalinidade for inferior a 50 ppm. Uma alternativa é a aplicação de uréia (caso o pH esteja alto e a alcalinidade esteja normal), para baixar o pH. Se o valor de pH foi baixo: aplicar calcário e fertilizar o viveiro.
Salinidade	Diariamente, entre 10 e 14 h	12-28 ppm	Manejar os viveiros de modo a se evitar as variações bruscas de salinidade. Utilizar rações mais ricas em nutrientes e em energia.
Silicatos	Quinzenalmente	2 - 5 ppm	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 ppm a ser que incrementado.

Continua

Variável	Periodicidade ideal das análises	Limites ideais	Medidas corretivas
Temperatura	Diariamente, pela manhã (6 h) e a tarde (18 h)	24-30 °C	Com a temperatura da água em até 22°C, reduzir as taxas de arração 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.
Transparência	Diariamente, entre 10 e 14 h	35 - 45 cm	Caso a transparência esteja maior que a recomendada, fertilizar; Caso esteja abaixo do mínimo, aumentar as taxas de renovação, suspender as fertilizações e, se a turbidez for causada por material sedimentar, aplicar produtos químicos (calcário ou sulfato de alumínio) para promover a floculação desse material.

8.2. RENOVAÇÃO DA ÁGUA

Aos poucos, ganha força entre os carcinicultores um conceito de renovação zero, ou seja, de não se promover trocas de água durante a fase de engorda, garantindo apenas a renovação da água perdida por infiltração e por evaporação.

Evidentemente que, na prática, esse conceito deve ser encarado com reservas. A questão não pode ser tratada como uma simples decisão de não se renovar mais a água, da mesma forma

que é um absurdo se defender a renovação diária de uma porcentagem fixa de água dos viveiros.

Há, sim, a necessidade de, ao se projetar o empreendimento, planejar um sistema de abastecimento que permita a renovação diária de 13-20% do volume total empregado na fazenda. Essa é uma margem de segurança (uma vez que as bombas de captação de água podem quebrar, a água no ponto de captação pode apresentar algum problema que impeça o seu uso, etc.), o que não significa dizer que o técnico deverá promover a renovação diária desses volumes. Assim, por exemplo, como em uma fazenda de 100 ha, com viveiros com profundidade média de 1,5 m, há um volume total de água de 1.500.000 m³ (100 x 10.000 m² x 1,5 m), o canal de abastecimento deve ser projetado para armazenar entre 190.000-300.000 m³ de água.

A renovação de água é uma prática de manejo que deve ser definida a partir de um rigoroso programa diário de monitoramento e manutenção da qualidade da água.

Na verdade, o conceito de renovação zero deveria ser melhor adaptado para a *não-renovação desnecessária da água durante o cultivo*. Por um lado, a água bombeada para o canal de abastecimento da fazenda tem um custo elevado de captação, assim como os fertilizantes, que são aplicados para incrementar a produtividade natural do viveiro. Por outro, 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.

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 que de fórmulas pré-definidas.

Formas de se otimizar a renovação da água:

- 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 no lado oposto à comporta de entrada.
- Nunca renovar, se a água do canal de abastecimento ou da fonte utilizada estiver com uma qualidade inferior à água que já está nos viveiros.

8.3. FERTILIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Depois de iniciado o cultivo, o técnico deve 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 freqüentes, de fertilizantes, monitorando o seu efeito sobre a produtividade primária, através do uso do disco de Secchi.

É fundamental que cada técnico conheça como seus viveiros respondem às fertilizações e estabeleça o seu próprio programa de fertilização e isso só pode ser feito na base da *tentativa e erro*. Por isso, quantidades a serem aplicadas e a periodicidade de aplicações vão sempre depender dos resultados que forem obtidos na propriedade.

Em geral, a aplicação de fertilizantes para manutenção dos níveis de produtividade primária nos viveiros de água salgada costuma dar bons resultados, com predomínio de blooms de diatomáceas, quando são aplicados, regularmente, a cada três dias, cerca de 1kg/P/ha e de 20 kg/N/ha. Isso não impede, porém, que

outras quantidades ou proporções sejam também utilizadas com sucesso, uma vez que a composição natural desses nutrientes na água varia de local para local, assim como a composição do fitoplâncton.

Importante: 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, seja feita a drenagem parcial do viveiro, mantendo um nível de 50-60 cm de coluna d'água. Depois, aplicam-se 150 kg/ha de calcário dolomítico ou calcítico. Após 24 h, fertiliza-se o viveiro novamente, com o nível de água ainda baixo. Essa tarefa deve ser executada com dia claro e ensolarado, a partir do início da manhã.

Dicas

- Para se calcular as quantidades ideais de nutrientes a serem aplicadas, o ideal é que o produtor possua kits de determinação da qualidade de água e faça a análise prévia das concentrações de nitrogênio e fósforo presentes naturalmente na água.
- Há vários kits existentes no mercado nacional, mas que, em sua grande maioria, são produzidos para a análise de água d aquários. Tais kits, quando utilizados na determinação da qualidade da água de viveiros (que são mais ricas em material particulado em suspensão) costumam apresentar grandes erros de determinação. Portanto, o produtor deve evitar o uso desses materiais. Uma das poucas empresas nacionais que produzem kits para aqüicultura é a Alfatecnoquímica, de Santa Catarina.

- Quando se fertilizarem os viveiros, deve-se reduzir ao máximo a renovação de água. Ao trocar a água, parte dos nutrientes são carreados para fora dos viveiros, o que significa que fertilizar a água sem diminuir a taxas de renovação de água é jogar dinheiro fora.
- Fertilizantes aplicados na forma líquida são sempre mais eficientes e mais bem aproveitados pelo fitoplâncton. Por isso, recomenda-se que o técnico sempre dissolva ou dilua os fertilizantes químicos antes da aplicação.
- Quanto maior a temperatura da água, maior será a solubilidade do fertilizante. Por isso, fertilizantes menos solúveis, como o superfosfato triplo, por exemplo, podem ser diluídos em água quente.
- As fertilizações serão mais eficientes se divididas em várias doses semanais, que se aplicadas em doses únicas.
- Nas primeiras semanas, quando a quantidade de ração fornecida diariamente ainda é pequena, a causa mais comum da queda das concentrações de fitoplâncton é a falta de nutrientes ou de gás carbônico (CO_2). Para evitar isso, o técnico deve fertilizar regularmente o viveiro e adicionar calcário simultaneamente.
- Procurar estocar os fertilizantes químicos em local seco e ventilado. Excesso de umidade pode alterar a qualidade dos fertilizantes.
- Procurar não manter os fertilizantes estocados por muito tempo, pois isso também pode afetar a sua qualidade. O ideal é comprar o suficiente para, no máximo, um ciclo completo de produção.
- Se o técnico desejar estimular o crescimento específico de diatomáceas, poderá utilizar silicato de cálcio (CaSiO_3),

em concentrações de até 75 Kg/ha/semana.

- O farelo de arroz também é rico em sílica, podendo ser aplicado na proporção de 10 g/m^2 /semana = 100 kg/ha/semana.
- Caso os adubos orgânicos sejam utilizados nas fertilizações de manutenção, recomenda-se que sua aplicação seja feita dentro de sacos de ração, fixados por estacas no interior dos viveiros.
- As fertilizações realizadas durante o cultivo geralmente só surtem efeito 2 ou 3 dias após as aplicações.
- Se a coloração da água do viveiro muda em pouco tempo, passando de um verde claro para verde oliva, ou se há manchas de fitoplâncton na superfície, ou se o camarão vem à superfície em busca de oxigênio, as fertilizações devem ser suspensas e deve ser feita uma renovação de cerca de 25% da água dos viveiros.
- Às vezes, o produtor irá se deparar com outras unidades químicas que não mg/l ou ppm. Um das unidades químicas mais comuns é $\mu\text{atg/l}$ (micro átomo grama por litro). Para facilitar, na Tabela 19 está demonstrado como se converte $\mu\text{atg/l}$ em ppm.

Tabela 19 - Tabela para conversão de unidades de $\mu\text{atg/l}$ para ppm

Nutriente	Unidade	
	$\mu\text{atg/l}$	ppm
Fósforo	1 $\mu\text{atg P/l}$	$31 * 10^{-3}$
Silicato	1 $\mu\text{atg Si/l}$	$28 * 10^{-3}$
Nitrogênio	1 $\mu\text{atg N/l}$	$14 * 10^{-3}$

8.4. O USO DE CALCÁRIO E DE CAL EM VIVEIROS

Em viveiros de água salgada ou salobra, as reservas alcalinas costumam apresentar níveis muito mais elevados que em água doce. Dessa forma, o calcário só apresenta alguma efetividade no aumento da alcalinidade da água, se a mesma apresentar valores abaixo de 50 mg/l como CaCO_3 , caso contrário, sua eficiência é muito baixa. No entanto, o calcário apresenta uma série de outras aplicações em viveiros de cultivo de camarões marinhos:

- 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, aplicar 200 kg/ha de calcário e promover uma intensa renovação de água 7 h após aplicação do calcário.
- Pode-se utilizar-se 200 kg/ha de calcário calcítico ou dolomítico fino (partículas menores que $400\mu\text{m}$), uma vez por semana, com o nível dos viveiros reduzido, para recuperar as diatomáceas em viveiros onde predominem as cianofíceas.
- Quando a diferença entre o pH pela manhã e a tarde for superior a 1,0, deve-se monitorar a alcalinidade da água e aplicar 200 kg/ha em viveiros com lâmina de água de 1m de altura e alcalinidade inferior a 50 mg/l como CaCO_3 .
- 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.
- 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 300kg/ha.

- Quando for observada a presença numerosa de ctenóforos ou de tunicados (pequenos organismos gelatinoso), 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.
- 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. Caso o problema persista, repetir o tratamento por até duas vezes em 72 horas.
- Quando for constatada a presença de excesso de material em suspensão na água ou de protozoários aderidos às brânquias, o que dificulta a respiração dos camarões, 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 três vezes em uma semana.

Sempre que for preciso usar calcário nos viveiros, é aconselhável que isso seja feito pela manhã, pois à tarde o pH dos viveiros tende a ser naturalmente mais elevado.

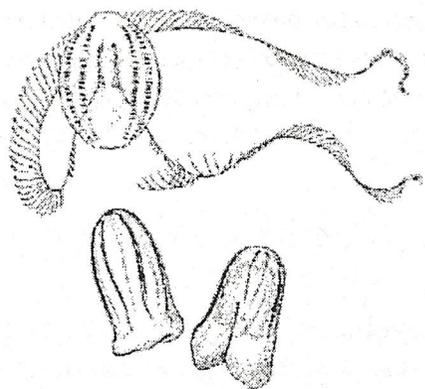


Figura 36. Ctenóforos.

8.5. MANUTENÇÃO DOS VIVEIROS

As estruturas físicas dos viveiros (comportas, monges, telas) devem ser regularmente inspecionadas e objeto de um programa regular de manutenção.

A limpeza das telas posicionadas junto às entradas e saídas de água deve ser feita todos os dias, com auxílio de escovas de cabo longo. Essas 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.

As telas também devem ser checadas para identificação de rupturas, por onde os camarões poderiam escapar ou por onde predadores poderiam entrar. Se forem encontradas telas rompidas, elas deverão ser substituídas imediatamente.

Os monges devem ser checados, para verificação da ocorrência de vazamentos. Em caso positivo, o técnico pode utilizar pó-de-serra (serragem), colocado na porção frontal do monge, para

resolver o problema. Ao se hidratar, a serragem acaba vedando os espaços por onde a água escapa do viveiro. Outros produtos também podem ser usados, tais como argila e sebo, por exemplo.

8.6. BIOMETRIAS

As biometrias são análises periódicas, que devem ser realizadas nos camarões, em todos os viveiros da propriedade, para a avaliação do andamento geral do cultivo. Elas devem ser realizadas pela primeira vez tão logo seja possível capturar os camarões no viveiro. No entanto, a partir do momento em que os animais atingem 1 g, as biometrias devem passar a ser realizadas semanalmente.

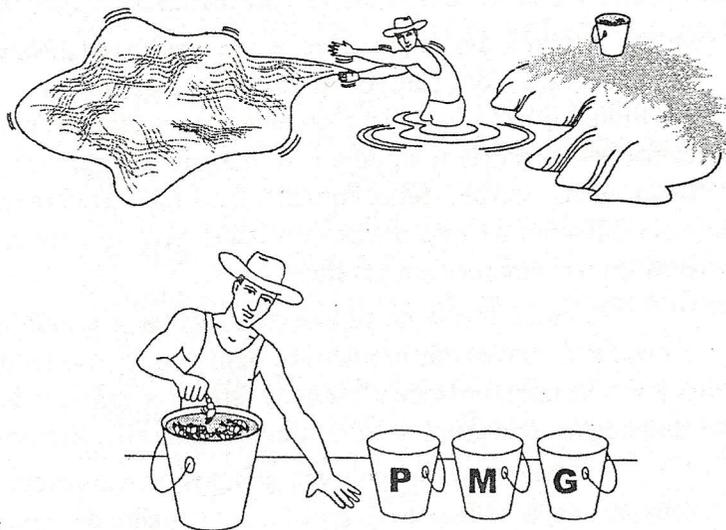
Através das biometrias, é possível saber como está o andamento geral dos cultivos, se os animais estão crescendo dentro dos limites esperados, se há problemas de manejo no cultivo, se os camarões apresentam alguma enfermidade e se o arraçoamento está sendo ou não bem feito. Portanto, as biometrias são a ferramenta mais eficiente de que o técnico dispõe para monitorar os seus cultivos de camarões em viveiros.

A única forma de se avistar e avaliar o estado geral dos camarões é através das biometrias. Sem elas, o resultado final do cultivo vira uma verdadeira "caixa de surpresas", não sendo possível fazer sequer uma programação minimamente eficiente das vendas.

Na fase inicial dos cultivos, as amostragens 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 com tarrafa fina (malha com abertura de 1 cm²) torna-se o método mais eficiente de captura.

Após a coleta, os camarões devem ser colocados juntos em

um balde contendo água do próprio viveiro de origem, ao mesmo tempo em que são preparados três outros baldes menores, também contendo água do viveiro. Depois, os camarões são separados manualmente em três classes de tamanho: camarões pequenos, médios e grandes, sendo transferidos para os respectivos baldes. Os camarões de cada uma dessas classes devem então ser pesados, todos ao mesmo tempo. Os valores obtidos são anotados em uma planilha específica de biometria e serão utilizados posteriormente para se calcular as curvas de crescimento e os demais índices que permitirão a avaliação do cultivo.



A partir das amostragens serão obtidas as seguintes variáveis: biomassa estimada, peso médio dos camarões em cada classe de tamanho, peso médio dos camarões na população e ganho de peso semanal, que deverão ser anotados nas planilhas de controle do cultivo.

Há sempre a possibilidade de cruzar os dados obtidos com os demais dados registrados durante o cultivo (quantidade total de alimento fornecido, parâmetros de qualidade de água, etc.). O resultado é o conhecimento de tudo o que acontece nos viveiros.

8.6.1. Instruções para preenchimento das planilhas de monitoramento

A seguir, serão definidos alguns termos, bem como esclarecido o preenchimento de alguns dos principais campos das planilhas em anexo.

PLANILHA DE BIOMETRIA - 1

Viveiro: 01 Povoamento: 04/07/01 Número Inicial: 600.000

Data	Tempo de cultivo (dias)	Peso Médio Pequenos (g)	Peso Médio Médio (g)	Peso Médio Grande (g)	Peso Médio População (g)	Nº de Camarões	Biomassa do viveiro (kg)
	TC	PMP	PMM	PMG	PM	NC	B= (NC x PM /1.000)
12/09	70	10	11	12	10,9	455.400	4.960
19/09	77	11	12	13	12,5	438.000	5.480

- **Peso médio dos camarões pequenos, médios e grandes (PMP, PMM, PMG):** peso médio de cada uma das classes de camarões separadas durante a biometria;
- **Peso médio da população:** é o peso médio dos camarões no viveiro. 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: Numa determinada biometria são coletados no total 50 camarões. Os animais são então separados em 3 classes de tamanho, de forma que 15 acabam sendo classificados como pequenos, 25 como médios e 10 como grandes. Depois, pesam-se juntos todos os camarões pequenos. O peso total obtido foi de 150 gramas. Assim, o peso médio dos camarões pequenos é de 10 gramas (150/10). Os camarões médios pesam juntos 275 gramas, ou seja, 11 gramas, em média, por camarão (275/25). Os camarões grandes pesam juntos 120 gramas, ou seja, 12 gramas por camarão (120/10), em média. O peso médio da população é obtido pela soma dos pesos de cada classe e foi igual a 545 g (150+275+120). Como foram pesados 50 camarões, o peso médio dos camarões, naquele momento, era de 10,9 g.

- **Número estimado de camarões:** é o número total de camarões presentes no viveiro. Não é fácil estimar a taxa de sobrevivência ou o número total de camarões em um viveiro. Todos os métodos disponíveis são passíveis de incorrer em enormes erros, de modo que a experiência do técnico em estimar essa taxa de sobrevivência (a partir do consumo de ração nos viveiros, da presença de camarões mortos, das taxas semanais de crescimento etc.) pode ser também importante. O método recomendado utiliza amostragens realizadas em vários pontos do viveiro. As amostragens devem ser feitas, preferencialmente, no início da manhã ou no final da tarde. Escolhe-se entre catorze a vinte pontos no viveiro, de modo a se abranger pontos paralelos e diagonais em relação às bordas e, com auxílio de uma tarrafa de raio conhecido, capturam-se e contam-se os camarões amostrados, devolvendo-os a seguir ao viveiro,

ou separando alguns para a biometria. Para estimar a taxa de sobrevivência, deve-se:

- conhecer a área do viveiro (AV);
- calcular a área da tarrafa (AT): $AT = 3,14 \times (\text{Raio da tarrafa})^2$;
- calcular o número médio de camarões capturados em cada tarrafada (NC); e
- para se estimar o número total de camarões no viveiro (NTC), basta fazer uma regra de três: $NTC = AV \times NC / AT$.

Outra possibilidade é utilizar tabelas de sobrevivência montadas pelo próprio técnico ou obtidas em livros ou de outros produtores da mesma região, como, por exemplo, a tabela a seguir:

Tabela 20 - Taxas estimadas de sobrevivência em tanques-rede povoados com *PLS12*

Tempo	Porcentagem de Sobrevivência
15 dias	94,6 %
20 dias	93,0 %
25 dias	90,0 %
30 dias	89,4 %
35 dias	88,3 %
40 dias	85,1 %
45 dias	84,9 %
50 dias	83,7 %
55 dias	80,5 %
60 dias	78,3 %
65 dias	77,1 %
70 dias	75,9 %
75 dias	74,7 %
80 dias	71,5 %
85 dias	69,3 %
90 dias	67,1 %
95 dias	65,9 %
100 dias	62,7 %
105 dias	60,5 %
110 dias	58,3 %
115 dias	56,1 %
120 dias	54,9 %
125 dias	53,7 %
130 dias	52,5 %

Exemplo: Usando a tabela acima, aos 70 dias de cultivo, a sobrevivência devia ser de aproximadamente 75,9%. Como o número inicial era de 600.000 camarões no viveiro, o número de camarões vivos após 70 dias era de 455.400 ($600.000 \times 75,9/100$). Evidentemente, o erro obtido com esse método costuma ser muito grande.

- **Biomassa presente no viveiro:** a biomassa é o peso total dos camarões em um determinado viveiro, em um determinado momento do cultivo. Obtém-se a biomassa, multiplicando-se o número de camarões presentes no viveiro, pelo peso médio desses camarões, e dividindo-se o valor obtido por 1.000.

Exemplo: Depois de 70 dias de cultivo, os camarões apresentam peso médio de 10,9 g. Ao todo, havia 455.400 camarões no viveiro, logo, a biomassa presente no viveiro é de 4.963 kg ($455.400 \times 10,9/1000$).

- **Ganho de peso no período:** é a diferença entre o peso médio dos camarões da população em uma biometria, em relação à biometria anterior.
- **Ganho de Biomassa:** é a diferença entre a biomassa dos camarões da população em uma biometria, em relação à biometria anterior.
- **Quantidade de ração fornecida no período:** é o somatório da ração fornecida no período compreendido entre duas biometrias.

Exemplo: No cultivo em questão, o técnico fornecia 87,5 kg de ração por dia. Logo, em 7 dias, ele forneceu 600 kg de ração aos camarões.

PLANILHA DE BIOMETRIA - 2
 Viveiro: 01 Densidade de Povoamento: 25 camarões/m²
 Data do Povoamento: 04/07/01

Data	Peso Médio da Biometria Anterior (g)	Peso Médio nesta Biometria (g)	Ganho de Peso (g/camar)	Sobrevivência Estimada (%)	Biomassa na Biometria Anterior (kg)	Biomassa nesta Biometria (kg)	Ganho de Biomassa (kg)	Quantidade de Ração Fornecida no período (kg)	Conversão Alimentar (X:1)
	P1	P2	GP = P2-P1	SE	B1	B2	GB = B2-B1	R	CA = R/GB
19/09	10,9	12,5	1,6	73,0	4,960	5,480	520	600	1,15:1

- **Conversão alimentar:** é uma relação entre a quantidade de ração fornecida e o ganho de biomassa no período.

Exemplo: O técnico gastou 600 kg de ração e obteve um ganho de biomassa de 520 kg no período. Logo, a taxa de conversão alimentar nesse período foi de 1,15:1,0. Ou, em outras palavras, para cada 1,15 kg de ração fornecida, o técnico conseguiu produzir 1 kg de camarão.

8.6.2. Aspectos avaliados nos camarões durante as biometrias

Quando fizer as biometrias, o técnico da fazenda deverá observar os camarões, para avaliar se os mesmos apresentam algum problema ou não.

Reconhecer que os camarões estão apresentando alguma doença e, mais ainda, identificá-la, nem sempre é tarefa fácil. Na maioria das vezes, o produtor terá de enviar uma amostra de seus camarões a um laboratório especializado, para que essa identificação possa ser feita ou confirmada. No entanto, há alguns procedimentos de rotina que podem e devem ser feitos na própria fazenda.

Durante as biometrias, os camarões devem passar por um exame clínico visual, em que devem ser analisados e classificados:

- Avaliação do exoesqueleto dos camarões, para verificar se há ferimentos ou pontos necrosados (escuros). No caso de uma parcela significativa (mais de 5-10%) da população apresentar problemas, pode ser necessário o produtor procurar um especialista para diagnosticar o problema e propor medidas para solucioná-lo.
- Avaliação dos apêndices dos camarões, para observar se estão inteiros ou se apresentam ferimentos;

- Avaliação das brânquias para avaliação da existência de sujeira, de necrose, de microorganismos ou algas aderidos a elas. 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 a coloração rósea, aparentando estar muito pálidas, 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 a qualidade da água se torna insatisfatória.
- Avaliação do hepatopâncreas: produtores ou técnicos mais experientes podem avaliar a quantidade de lipídeos presentes no hepatopâncreas e a presença ou não de rickettsia (NHP);
- Avaliação do intestino: a presença de gregarinas no intestino pode ser checada com auxílio de um microscópio. Em caso de serem contadas mais de 25 gregarinas/g de camarão, pode ser necessário aplicar algum anticoccídeo nos viveiros;
- Avaliação do urópodo: para verificar se apresenta ou não erosões; ou se apresentam aglomeração de cromatóforos vermelhos;
- Avaliação da musculatura para observar se apresenta alguma alteração de textura ou de coloração.

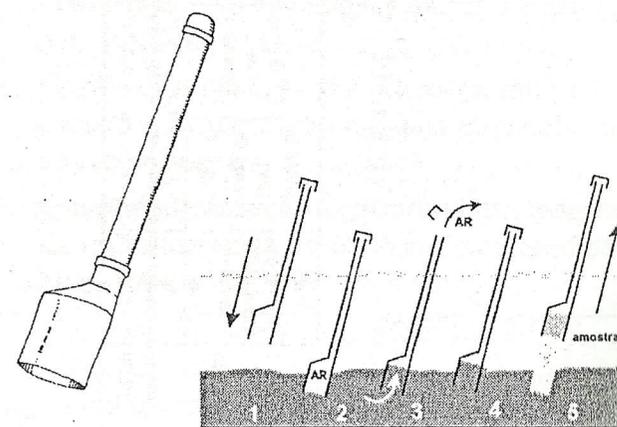
Além disso, o produtor deve adotar como prática um exame simples e conclusivo, que deve ser realizado à noite. Basta iluminar a água do viveiro com uma lanterna potente. Camarões normais se deslocam em direção à luz e costumam apresentar olhos vermelhos e brilhantes. Camarões enfermos demoram mais para se deslocar em direção à luz e costumam apresentar olhos opacos.

Outro procedimento que deve ser adotado é a análise microscópica dos órgãos e tecidos dos animais, conforme metodologia descrita para avaliação de larvas e de reprodutores no Volume I (Reprodução, Maturação e Larvicultura).

8.7. COLETA DE ORGANISMOS BENTÔNICOS

As coletas e triagem para avaliação da macrofauna bentônica presente nos viveiros exigem um certo nível de conhecimento técnico, mas não chegam a ser um trabalho dos mais complexos. As amostragens são importantes para que o técnico tenha melhor noção sobre a disponibilidade de alimentos naturais nos viveiros.

As amostragens podem ser feitas com instrumentos bastante simples, como cortadeiras ou pegadores de fundo (desde que se conheça a área ou o volume da amostra), ou um tubo de pvc de 100 mm, que é introduzido 10 cm no substrato e depois tapado um cap, em uma das suas extremidades, permitindo a retirada de sedimento, que é lavado, no próprio viveiro, com auxílio de uma peneira de tela 200 μ m, para eliminação prévia do sedimento mais fino presente na amostra.



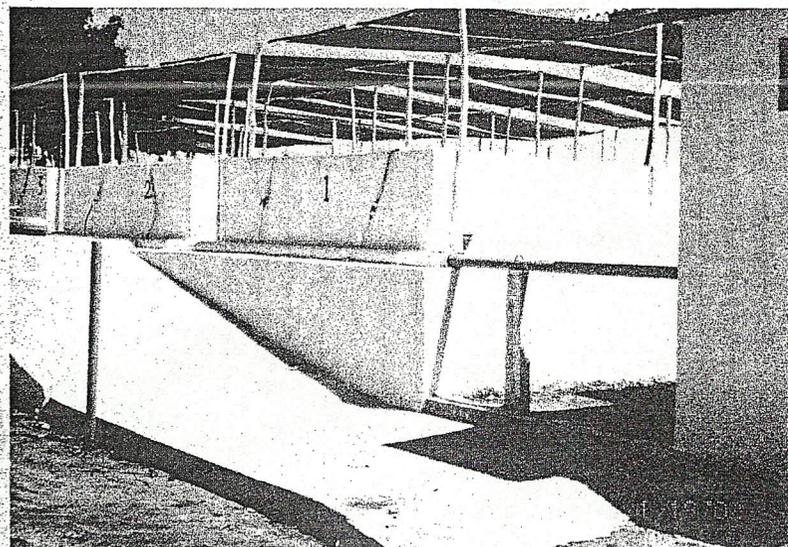
As amostras (bentos + sedimento mais grosseiro) devem então ser acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e fixadas com formol 4%. Quando completada a bateria de coletas em todos os viveiros, as amostras devem ser lavadas em água corrente e o sedimento novamente peneirado através de uma malha de 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).

8.8. SINAIS DE PROBLEMAS NO CULTIVO

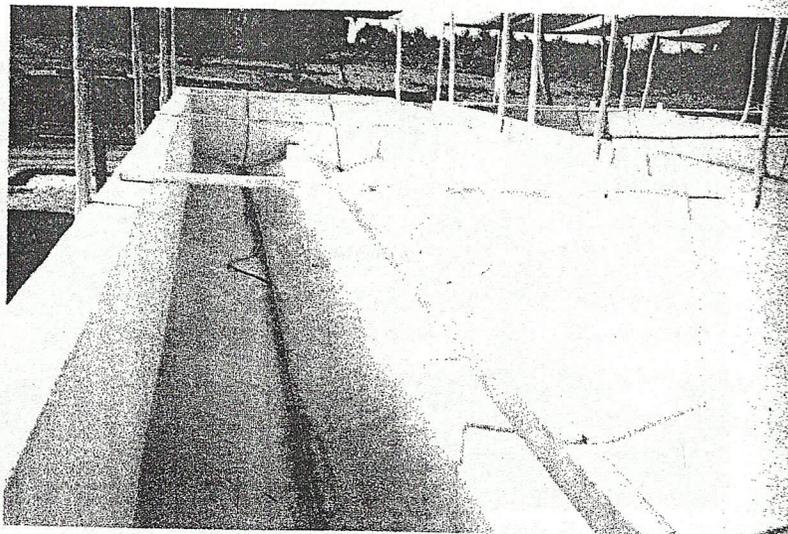
- Camarões com dificuldade de completar a muda ou que apresentem a casca mole: normalmente: o problema pode estar relacionado ao pH ou à falta de um adequado balanceamento protéico na ração. Neste segundo caso, sugere-se uma renovação intensa de água no viveiro e o fornecimento de alimentos frescos aos camarões, à razão de 1,5-2% da biomassa presente no viveiro ao dia, até que o problema seja eliminado. Depois disso, deve-se buscar uma nova marca de ração.
- Camarão com cheiro ou sabor de mofo ou de detritos vegetais: Normalmente, esse tipo de problema está associado ao excesso de algas cianofíceas no fundo do viveiro, principalmente do tipo: *Oscilatória (Trichodesmium)*, *Spirulina*, *Brachytrichia*, *Anabaena*, *Microcoleus*, *Schizotrix* e *Parphyrosiphon*. A sugestão é, após a despesca, promover um dos tratamentos indicados anteriormente para acelerar a decomposição da matéria orgânica residual presente no solo.



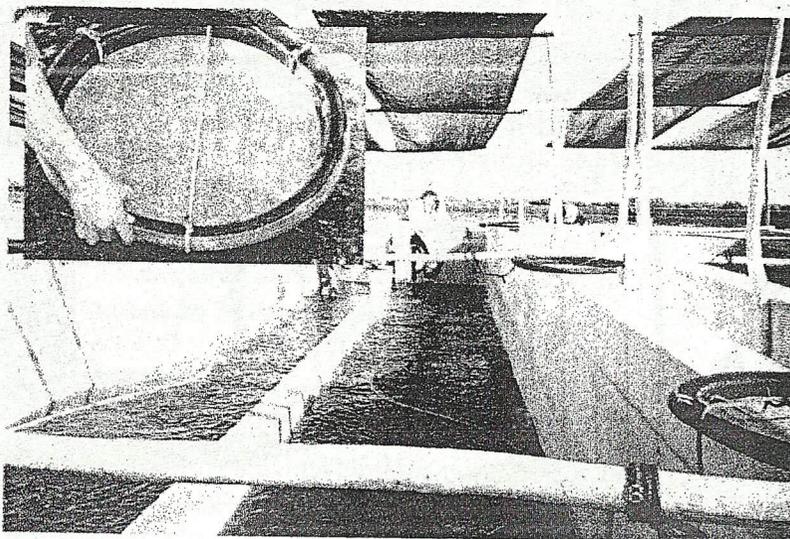
Vista aérea da Fazenda Condomínio do Camarão (ES).



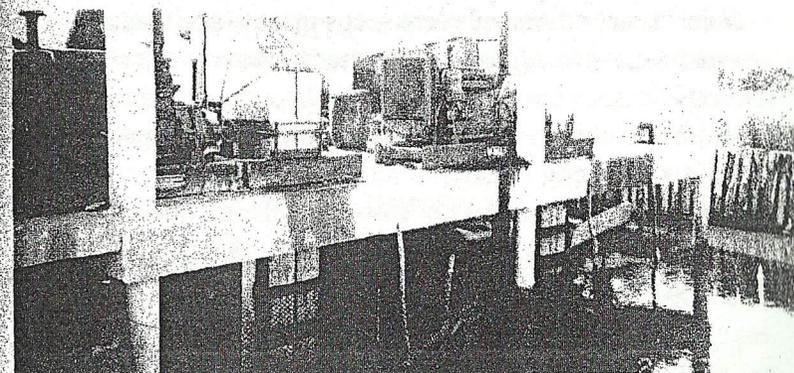
Pedilúvio e vista lateral dos berçários intensivos (pré-berçários).



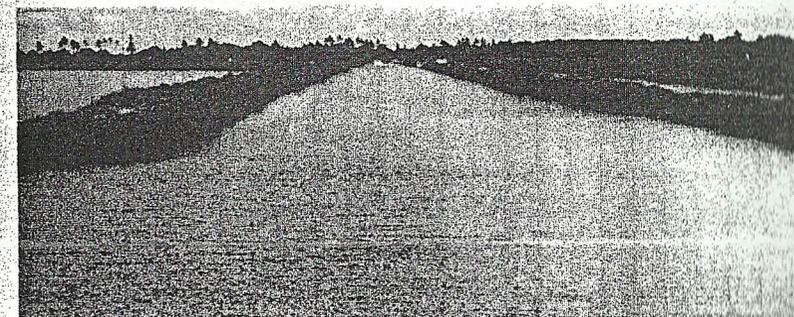
Detalhe do fundo dos berçários intensivos (pré-berçários).



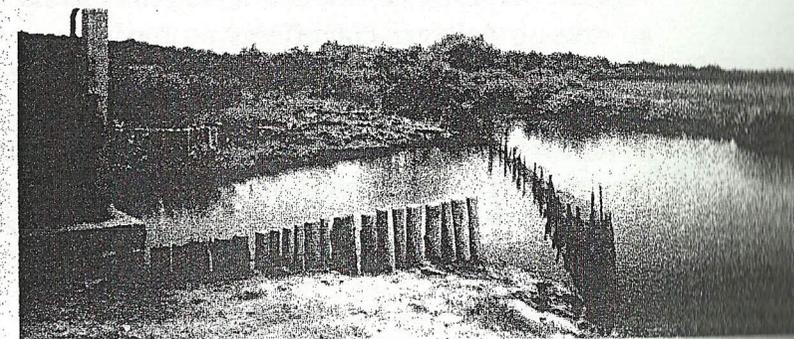
Berçários intensivos em operação. Em detalhe larvas presentes na bandeja de alimentação em um berçário intensivo.



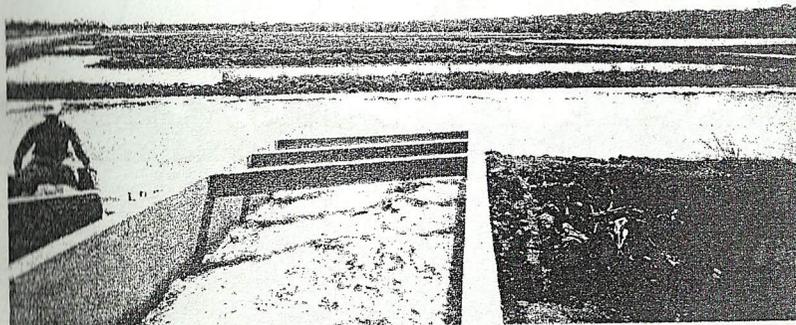
Estação de bombeamento de água.



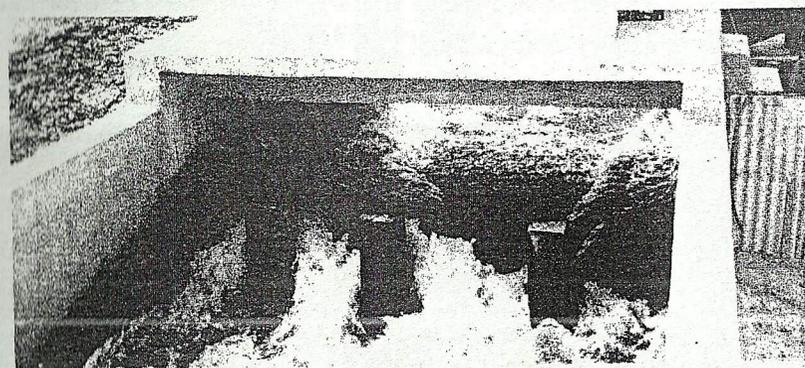
Canal de abastecimento de água.



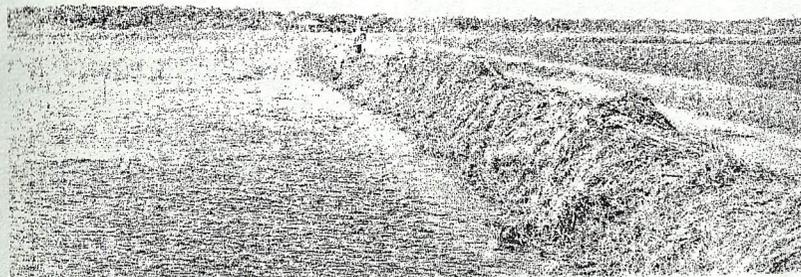
Sistema de filtração da água próximo à estação de bombeamento.



Canal de abastecimento de água da fazenda em forma de labirinto.



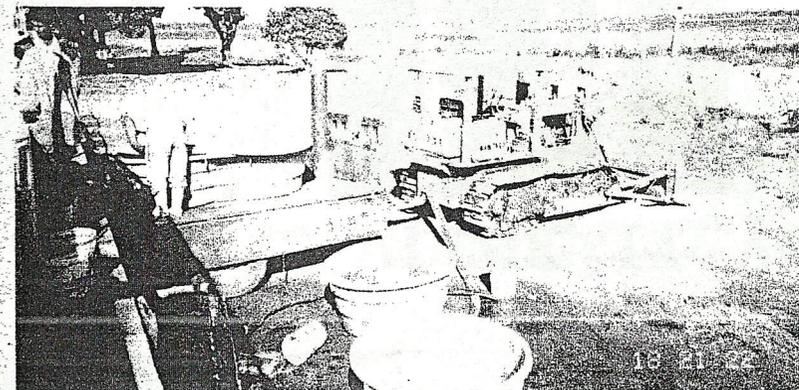
Estruturas projetadas para reduzir a velocidade de fluxo da água na entrada do viveiro e, ao mesmo tempo, provocar o turbilhonamento e aeração da água.



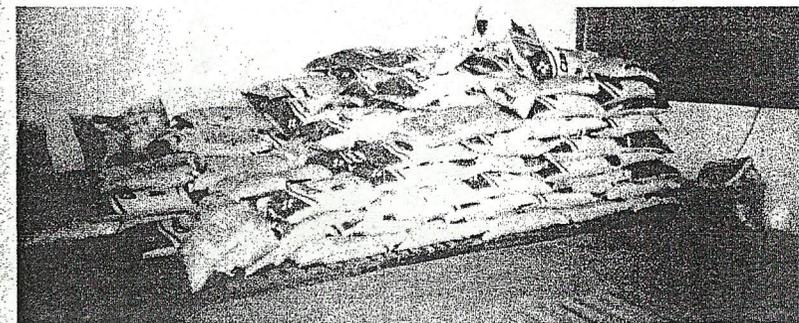
Retirada manual das macrófitas presentes em um viveiro.



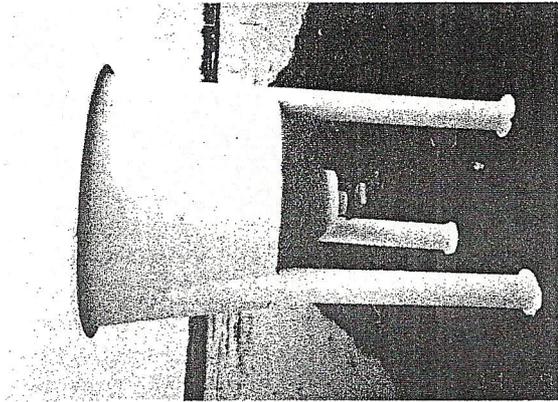
Retirada manual das macrófitas presentes em um viveiro.



Transporte das larvas dos berçários intensivos para os viveiros.



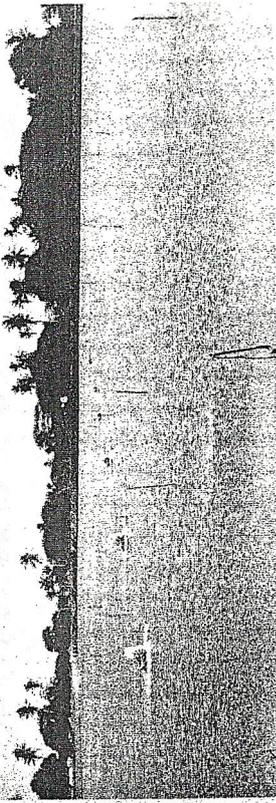
Depósito de ração.



Tanque para armazenamento de ração posicionado ao lado de um viveiro.



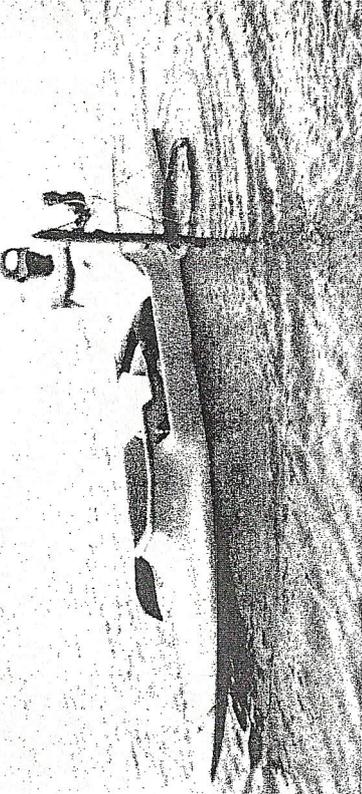
Ração sendo retirada do tanque de armazenamento.



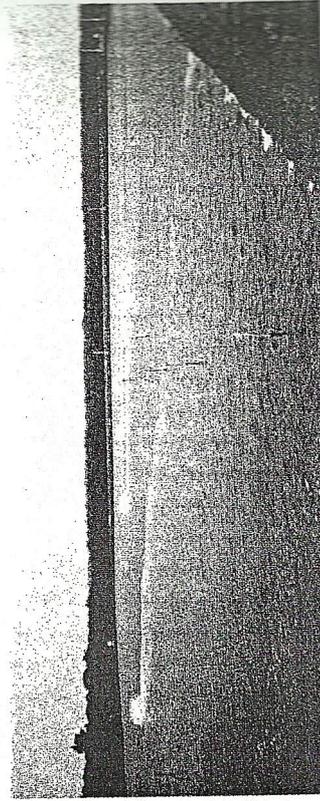
Aeradores posicionados em um viveiro (pode-se também observar as estacas de fixação das bandejas de alimentação).



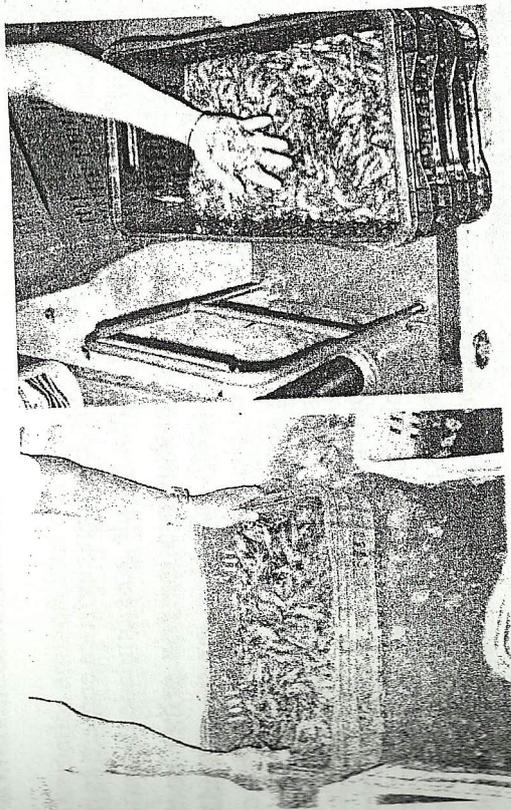
Aeradores posicionados no canal de abastecimento.



Arraçamento através de bandeja de alimentação.

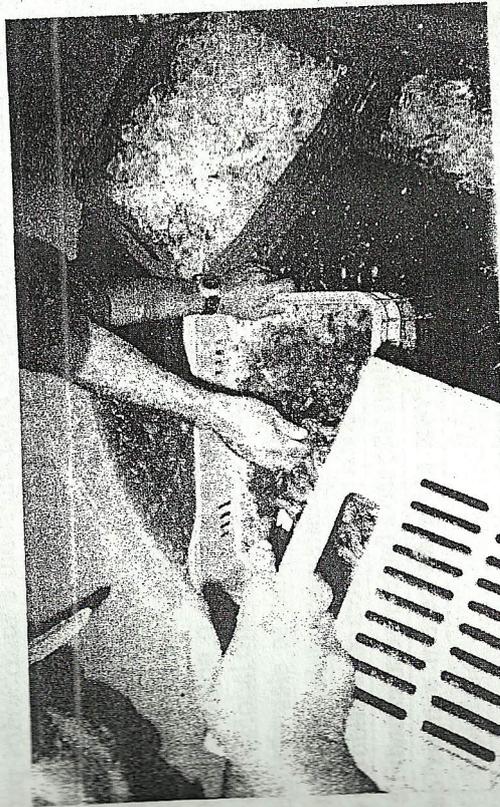


Aeradores em funcionamento em um viveiro.



Pesagem do camarão após a despesca.

Detalhe do processo de preparação do camarão após a despesca (morte em água gelada).



Detalhe do processo de preparação do camarão após a despesca (morte em água gelada).

Capítulo 11

**DESPESCA E
PÓS-COLHEITA**

As maiores vantagens que o camarão cultivado apresenta, em relação ao capturado na natureza, são justamente a possibilidade que o produtor tem para controlar o tamanho, a uniformidade dos animais comercializados, o seu frescor e a sua qualidade. Por isso, a despesca deve receber a mesma atenção dispensada às fases anteriores de cultivo.

O camarão, por sua natureza, é um dos alimentos considerados mais susceptíveis a sofrer deterioração que qualquer outro tipo de alimento protéico. O camarão é considerado altamente perecível por causa das autólitises rápidas causadas pelas suas próprias enzimas e pela reação mais ácida de suas carnes, que favorecem o crescimento microbiano. Como a região do cefalotórax é rica em enzimas digestivas e em microorganismos que normalmente participam do processo alimentar dos camarões, a morte do animal faz com que essas enzimas extravasem e comecem um processo de escurecimento do cefalotórax provocando seu desprendimento do abdômen.

Os fatores mais importantes para reduzir a alteração do produto fresco são o tempo e a temperatura. O resfriamento é uma prática importante, pois inibe, parcialmente, a ação prejudicial dos microorganismos e das enzimas sobre o camarão. O camarão deve ser refrigerado sempre o mais rapidamente e à temperatura mais baixa possível. Isso é fundamental para garantir a sua qualidade.

11.1. PROCEDIMENTOS PRELIMINARES

A drenagem no viveiro a ser despescado 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, realiza

a muda. Assim, o tempo sugerido serve para que os animais que sofreram a muda tenham tempo hábil de endurecer completamente o novo exoesqueleto. Nessa data, também é recomendável a suspensão do arraçoamento no viveiro, como forma de diminuir a ocorrência de "black spot" após a despesca.

O termo "black spot" se refere à ocorrência de uma reação química natural de descoloração do camarão e ao surgimento de manchas negras. Tal escurecimento ocorre em função do aparecimento de estruturas melanínicas formadas pela oxidação de compostos fenólicos, através de reações enzimáticas na presença de oxigênio molecular, processo caracterizado pela ocorrência de manchas escuras redondas superficiais.

Na data anterior à estabelecida para a despesca de um viveiro, o produtor deve fazer uma biometria para confirmar a classificação de tamanho dos camarões, calcular a quantidade de gelo que será necessário e também para avaliar o estágio de muda desses animais.

Porcentagem de camarões recém mudados, com casca mole: Em geral, o mercado, e especialmente o mercado externo, não aceita bem lotes em que a maior parte dos camarões esteja em fase de muda (com a casca mole). Por isso, é importante que o técnico acompanhe, através das biometrias, qual é a porcentagem de camarões com a casca mole no dia da despesca. A despesca só deverá ser feita se uma porcentagem menor que 7% dos camarões estiver em fase de muda.

A despesca só deverá começar, de fato, quando o nível de água no viveiro for inferior a 30% e não deve ocorrer enquanto o gelo (usado para provocar o choque térmico e a posterior conservação dos camarões) não tiver chegado à fazenda.

A quantidade de gelo a ser utilizada dependerá muito do tempo que o produto deverá ser mantido refrigerado até chegar a uma unidade processadora, ou ao mercado final, no caso da venda de camarão inteiro resfriado. Caso o tempo de transporte seja relativamente reduzido, até 10 h, pode-se utilizar uma proporção de 20-25% de gelo e 75-85% de camarão nas caixas de transporte. No entanto, como o gelo será adquirido com antecedência, é necessário sempre adquirir mais gelo que a quantidade realmente necessária.

Outros dois pontos críticos durante a despesca são: 1) as concentrações de oxigênio dissolvido na água, que devem ser monitoradas com maior frequência. Como a drenagem pode promover a ressuspensão da matéria orgânica do fundo, aumentando a atividade de bactérias decompositoras, que, por sua vez, irão consumir oxigênio, as concentrações de oxigênio podem cair a níveis letais para os camarões. 2) A presença de garças ou outros tipos de predadores, pois, como os camarões ficam concentrados em uma pequena porção do viveiro e o nível de água é de alguns centímetros, esses predadores podem causar grandes perdas para os produtores.

No caso da queda das concentrações de oxigênio na água, dificilmente o técnico poderá utilizar aeradores para corrigir o problema, pois, com pouca água no viveiro, há o risco do aerador provocar maior ressuspensão de sedimentos, o que aceleraria a redução nas concentrações de oxigênio. A solução, dependendo do caso, seria abrir as comportas e permitir a entrada de água limpa no viveiro ou acelerar a despesca. Outra possibilidade é o uso de sulfato

de alumínio, $(Al_2(SO_4)_3)$, na proporção de 200-500 kg/ha. O sulfato de alumínio é um potente clarificador da água, e promove a floculação e precipitação da matéria orgânica em suspensão, reduzindo a quantidade de matéria orgânica na coluna d'água e, conseqüentemente, o consumo de oxigênio dissolvido pelas bactérias. Entretanto, o sulfato de alumínio pode provocar a redução do pH da água, embora isso só costume ocorrer em águas com baixa alcalinidade.

Já o problema das aves pode ser resolvido com o uso de fogos de artifício, cães treinados para espantar aves ou qualquer outro método que produza os mesmos efeitos.

11.2. O COMPORTAMENTO DO CAMARÃO NA DESPESCA

Os camarões presente em um viveiro só começam a se deslocar em direção à comporta de saída, quando a maior parte da água já tiver sido drenada, principalmente quando a espécie for *L. vannamei*. Isso explica porque o viveiro deve começar a ser drenado no dia anterior à despesca.

O problema é que, com isso, costuma haver um acúmulo de tarefas para as equipes de despesca no final dos trabalhos. Caso a operação de despesca seja interrompida, os camarões tendem a se enterrar novamente. Para reverter a situação e reiniciar o processo de despesca, é necessário aumentar o fluxo de saída de água.

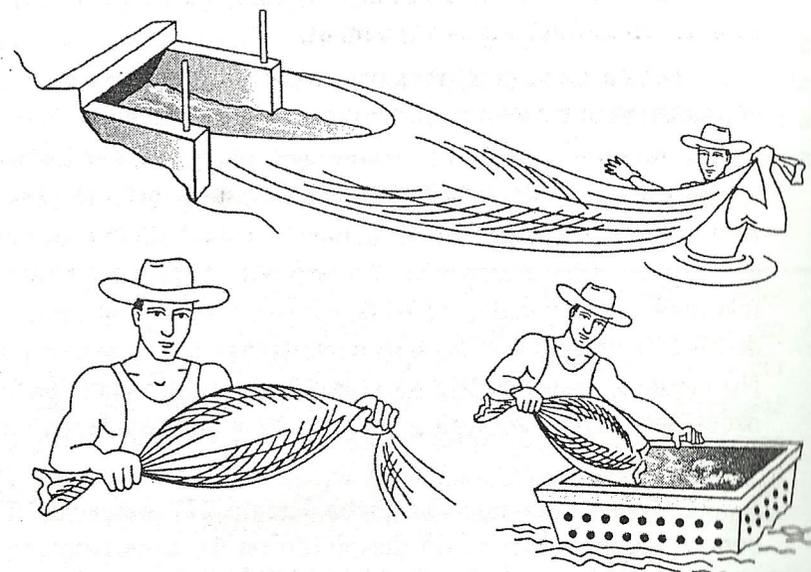
11.3. A DESPESCA

É no momento da despesca que se conhece se um viveiro foi bem projetado e construído ou não. É muito importante que ele apresente um escoamento completo, sem a existência de depressões ou poças d'água, onde os camarões possam ficar retidos.

Deve-se evitar expor o camarão ao sol. Quanto mais tempo os camarões ficam expostos ao sol, maior a porcentagem de animais que apresentarão manchas pretas no seu corpo, que é um sinal da deterioração do produto. Por exemplo, em média, 98% dos camarões expostos por seis horas ao sol apresentam manchas negras, comprometendo a sua qualidade para o consumo. Por isso, a despesca do camarão cultivado deve ser feita preferencialmente durante a noite ou durante os horários menos quentes do dia, o que elimina os efeitos indesejáveis do calor.

Os métodos mais comuns para a despesca são: o uso de equipamentos mecânicos ou então de redes, posicionadas do lado de fora do(s) monge(s) utilizado(s) para escoamento da água no viveiro.

A rede, também chamada de *bag net*, deve ter malha de 7 mm², possuir cerca de 8 metros de comprimento, por dois de largura, e ser fixada no próprio monge e na porção externa do viveiro (por meio de estacas). O uso de luz halogênica ou mesmo de lampiões ou de outras fontes de luz junto a essa rede aumenta a eficiência da despesca, já que os camarões tendem a se deslocar em direção à luz (fototaxia positiva). Periodicamente, a quantidade de camarões na rede deve ser checada e os animais transferidos para tanques de água com gelo e bissulfito de sódio, na proporção de 10 kg de bissulfito para cada 500 l de água (2%). O camarão deve permanecer nesse tanque por, no mínimo, 20 segundos, e, no máximo, 10 minutos. Com o gelo, a sua morte ocorre em função de um violento choque térmico e não por asfixia, como acontece com o camarão proveniente da pesca tradicional.



A imersão dos camarões em uma solução de bissulfito de sódio, faz com que, ao morrer, os animais sejam submetidos a um tratamento contra a proliferação de bactérias, o que garantirá melhor qualidade da carne e melhor conservação do produto.

O uso de bissulfito de sódio é totalmente legal, desde que respeitada a concentração aqui recomendada. A concentração final de bissulfito no camarão não poderá exceder 100 mg/kg para camarão fresco e 30 mg/kg para camarão pré-cozido. Esse procedimento indicado para o abate retarda o aparecimento de "black spot" e aumenta o tempo de prateleira do produto, ou seja, o tempo em que o camarão pode ser mantido fresco.

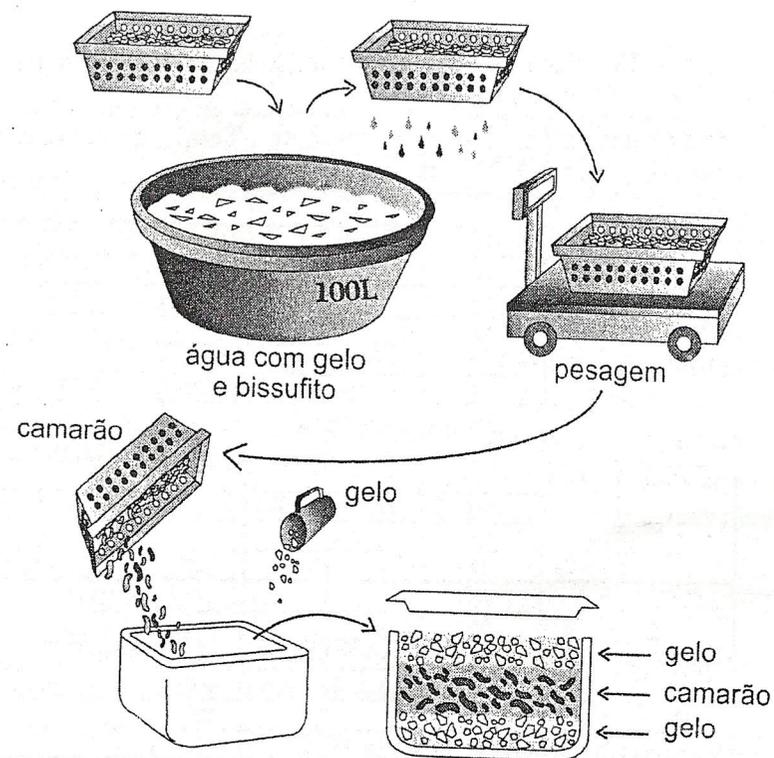
À medida que o fundo do viveiro vai secando, recomenda-se que uma equipe de trabalhadores comece a coletar aqueles camarões que ficaram enterrados no sedimento. Esses camarões

devem ser lavados, para remoção do excesso de lodo e bactérias, antes de serem misturados aos demais.

Depois de mortos, os camarões devem ser transferidos para uma caixa, pesados e transferidos para caixas térmicas (de isopor), forradas com plástico negro 0,4 mm. Deve-se, preferencialmente, colocar uma camada de gelo no fundo da caixa (10 cm) e outra (10-15 cm) sobre os camarões. A relação gelo/camarão (na caixa de transporte até o mercado), usualmente recomendada é de 1:3, entretanto, o fator mais importante não deve ser o consumo de gelo, mas sim a manutenção da temperatura do produto entre 3°C e 5°C. Depois, as caixas devem ser agrupadas para o transporte até o mercado consumidor ou à planta processadora.

A IMPORTÂNCIA DO RESFRIAMENTO RÁPIDO

Se o camarão é resfriado imediatamente após ser retirado dos viveiros e mantido adequadamente resfriado, a sua conservação será muito mais eficiente que a de um produto não resfriado logo após a despesca. No primeiro caso, os camarões se mantêm com praticamente a mesma qualidade por até 9 dias, enquanto que um camarão resfriado apenas 6 horas após a sua despesca, começa a perder qualidade e, conseqüentemente, o seu valor de mercado já no segundo dia.



Recomenda-se que o técnico retire uma pequena amostra de camarões de várias das caixas e os pese individualmente (2-3 kg no total). Essa pesagem irá indicar o peso médio dos camarões no momento da despesca. Quanto mais camarões forem pesados, mais a amostra será representativa da população e mais subsídios técnicos o produtor terá no momento de negociar o preço final do produto. Essa pesagem possibilita também classificar os camarões segundo o número de peças por quilo de cada categoria, conforme demonstrado na Tabela 37.

Tabela 37 - Exemplo de classificação dos camarões de acordo com o peso

Classificação (peças/kg)	Gramas	Número de Camarões	Total (g)	Porcentagem (%)
16-20	36			
	35			
	34			
21-25	33			
	32			
	31			
	30			
	29			
	28	1	28	0,9
26-30	27			
	26			
	25			
	24	1	24	0,9
31-35	23	3	69	34,6
	22	8	176	
	21	4	84	
	20	23	460	
36-40	19	17	323	31,0
	18	17	306	
41-50	17	7	119	28,1
	16	17	272	
	15	5	75	
41-50	14	2	28	28,1
51-60	13	4	52	3,6
	12			
61-70	11			
	10			
71-90	9			
	8	1	8	0,9
91-100	7			
111-130	6			
> 130	5			
Soma Total				

Fonte: Perez & Perea (1995).

11.4. DESPESCA MECÂNICA

Os sistemas de despesca mecânica são os mais indicados para fazendas que despescam grandes volumes de uma só vez e vêm sendo desenvolvidos com objetivo de agilizar a despesca, diminuir a mão-de-obra empregada, garantir maior qualidade do produto, que pode ser congelado poucos minutos após a despesca.

Existem dois tipos principais de sistemas de despesca mecânica: os sistemas de hélice e o sistema de bombas. A seguir, são apresentados, resumidamente, dois desses modelos:

- Sistema de hélice Arquimedes: trata-se de um mecanismo bastante simples, que requer apenas um pequeno motor elétrico e que já separa, no momento da despesca, o camarão da água.
- Bombas impulsoras rebaixadas: usa bombas que 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 desagüe, 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.

11.5. PÓS-COLHEITA

Caso deseje ou precise beneficiar o produto antes de transportá-lo até o mercado consumidor, o carnicultor precisará dispor de um galpão, com mesa processadora e água clorada com concentração de até 5 ppm (em quantidade de pelo menos 30 l para cada quilo de camarão processado). No entanto, as especificações desse galpão variam de local para local, segundo as normas sanitárias definidas pelas secretarias estaduais de agricultura.

Nesse galpão, as caixas térmicas com camarões são esvaziadas sobre a mesa processadora, onde deve ser feita a retirada de pedras e de detritos e onde os camarões devem ser lavados, com água clorada (a 5 ppm, ou seja, 5 ml de cloro em 1 litro de água), em temperatura preferencialmente inferior a 11°C e nunca maior que 21 °C.

Após concluído o processo de lavagem, os camarões devem ser pesados e acondicionados em caixas de isopor com gelo, para posterior comercialização. As caixas devem ser forradas com lona plástica. Depois, os camarões são acondicionados em camadas intercaladas por camadas de gelo. Terminada a embalagem, a caixa deve ser selada (com fita adesiva) e encaminhada ao mercado consumidor.

Em pequenas unidades processadoras, a quantidade total de gelo utilizada, desde o resfriamento da água, no momento da recepção dos camarões, até o acondicionamento do produto para o transporte, fica em torno de 2-3 kg de gelo/kg de camarão processado.

Já as unidades maiores, que processarão o camarão para ser vendido em outros estados, ou até em outros países, estão sujeitas às normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Além dessas normas específicas e mais rigorosas, as processadoras deverão se preparar para a adoção e aplicação do programa HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points, ou Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC - em português). Esse programa combina informação técnica e procedimentos detalhados, para avaliar e monitorar o fluxo da matéria prima desde a despesca, na fazenda, até os pontos de venda do produto final.

Nesse caso, portanto, o layout da unidade de processamento deverá ser concebido de modo a facilitar o fluxo do processo, possibilitando a fácil limpeza e higienização de todas as suas unidades. Só para citar um exemplo, toda a maquinária, a ser empregada nos processos de mecanização, deverá ser basicamente fabricada em aço inox e dotada de um sistema de higienização e limpeza automático.

Os camarões destinados ao mercado externo devem ser acondicionados em caixas de 2 kg, revestidas por filme plástico e congelados, em armários de placa ou túnel de congelamento, a -30°C. Depois de congelados, são acondicionados em caixas *master box* de 20 kg e estocados em câmaras frigoríficas a -20°C, antes de serem transportados, em containeres refrigerados, até o destino final.

OBSERVAÇÃO:

Existem alguns cuidados que devem ser tomados para prevenir o comprometimento do produto no beneficiamento:

- 1) As pessoas envolvidas no manuseio do camarão na unidade de beneficiamento não devem usar loções ou cremes e nem manusearem substâncias químicas antes;*
 - 2) Tomar muito cuidado sobre a inocuidade da fonte de água para lavagem e para fabricação de gelo;*
 - 3) Treinamento do pessoal.*
-

11.6. O PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DOS CAMARÕES

Nos camarões vivos, enquanto as células estão utilizando oxigênio, o seu organismo realiza ao mesmo tempo e de forma praticamente contínua, reações de decomposição e de biossíntese. Após a morte, só as reações de decomposição ocorrem.

A velocidade de decomposição depende de uma série de fatores, mas, dentre eles, dos teores de glicogênio presentes na carne. Após a morte do animal, o glicogênio é decomposto a ácido láctico. Com o acúmulo de ácido láctico, o pH da carne cai para cerca de 5,6-6,0, ou até menos, dependendo da concentração desse ácido nos tecidos. Quanto mais ácido láctico, menor o pH e mais rápida é a decomposição.

Por isso, os camarões cultivados devem ser mortos através da imersão em gelo, para que a morte ocorra de forma mais rápida possível, diminuindo a quantidade de ácido láctico nos tecidos e a atividade dos microorganismos, presentes tanto no trato digestivo, quanto na superfície externa dos camarões.

Após a morte do camarão, ocorre também o desaparecimento dos derivados de ácidos nucleicos (NAD e NADP), que, dentre outras coisas influem na coloração do animal. Essa é uma das razões para explicar porque a cor dos camarões começa a mudar após a sua morte.

O rigor mortis, por sua vez, caracteriza-se pela contração do animal após a sua morte. Esse enrijecimento se dá pelo consumo do ATP, por se tornar impossível a dissociação das proteínas responsáveis pela contração muscular, a actina e a miosina.

A sequência da decomposição é a seguinte: morte - início do rigor mortis - rigor mortis completo - flacidez - amolecimento - putrefação. Quanto mais ATP o camarão mantém na sua carne, mais tempo leva até o rigor mortis. Essa é mais uma razão para explicar

porque os camarões devem ser mortos da forma mais rápida possível e é o que permite diferenciar a qualidade final dos camarões cultivados, dos capturados através da pesca tradicional.

Na pesca, os camarões sofrem um grande estresse durante a captura e a morte, que, muitas vezes, demora a ocorrer. Durante esse processo, o animal gasta muita energia, consumindo praticamente todo o seu ATP, entrando rapidamente em estado de rigor mortis. Concluído o rigor mortis, o número de bactérias aumenta drasticamente, iniciando-se o processo de putrefação, quando as reações de degradação dos compostos orgânicos ocorrem, principalmente pela ação de enzimas bacterianas.

Como o trato digestivo dos camarões é cheio de bactérias, a decomposição dos tecidos digestivos faz com que as bactérias se espalhem pela carne. Isso também explica porque a decomposição do camarão é mais rápida no cefalotórax, onde a concentração de bactérias e de enzimas é maior.

Outro fator que acelera a decomposição é a presença de lama ou lodo sobre os animais. Como o número de bactérias no solo é pelo menos 100 vezes maior que na água, quanto mais sedimentos houver sobre a superfície dos camarões no momento da sua morte, mais rápida será a decomposição.

Assim sendo, o camarão cultivado tem todas as condições para apresentar uma melhor qualidade e um maior tempo de prateleira que o camarão pescado, mas tudo depende das técnicas de manejo aplicadas durante a despesca e no pós-colheita.

MULTIPLICAÇÃO DAS BACTÉRIAS

Existe uma relação inversa entre o tempo que a populações de bactérias levam para dobrar a sua população e a temperatura do meio onde se encontram:

0 °C - as populações de bactérias dobram a cada 20 h.

4,4 °C - as populações de bactérias dobram a cada 20 h.

10 °C - as populações de bactérias dobram a cada 6 h.

15,6 °C - as populações de bactérias dobram a cada 3 h.

21,1 °C - as populações de bactérias dobram a cada 1 h.

32,2 °C - as populações de bactérias dobram a cada 30 min.

Por isso, os cuidados com a conservação dos camarões após a despesca são fundamentais e imprescindíveis.

11.7. CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES NA DESPESCA E NA COMERCIALIZAÇÃO

O produtor deverá se conscientizar de que ele deve ser, antes de tudo, um empresário. De nada adianta produzir com eficiência e depois vender mal a sua produção. Portanto, o momento da despesca e a venda do produto devem ser feitos sempre que as condições de mercado forem as mais favoráveis:

- Tamanho do camarão e sua relação com os preços praticados pelo mercado. Às vezes, pode valer mais a pena despescar e vender um camarão menor, que esperar que ele cresça para ser comercializado por um preço proporcionalmente não tão atrativo. Por exemplo, a CEASA do Rio de Janeiro pagava, em setembro de 2001, até R\$ 8,00/kg por um camarão com 8 g. Na mesma época, uma grande indústria processadora pagava R\$ 9,50 pelo camarão de 13 g. Nessas condições, considerando os custos de produção, os riscos e os preços de venda, valeria mais a pena o produtor vender o camarão com 8 g. Em outras palavras, o que interessa é o lucro final e não propriamente a biomassa produzida ou o tamanho dos camarões, isoladamente.

- Se o produtor decidir pelo processamento (descabeçamento ou descascamento completo) do camarão, ele deverá manter sempre os animais imersos em recipientes com água clorada e gelo. Depois de limpo e classificado, o camarão deve ser lavado em água clorada a 5 ppm (5 mg de cloro por litro de água) e acondicionado em caixa térmica, contendo gelo também clorado.
- Destino da produção: Normalmente, todo o produtor pensa em exportar a sua produção. Mas, isso não é tão fácil como pode parecer. O mercado externo exige qualidade, quantidade (o menor dos containeres refrigerados transporta 12 toneladas de camarão) e regularidade. Não adianta o produtor ter o produto apenas a cada 3 meses, pois o mercado exige cargas semanais ou quinzenais. Assim, é recomendável que o produtor se preocupe em assegurar primeiramente a venda de sua produção no mercado interno. Depois, com o aumento da produção ou com a formação de cooperativas, poderá almejar o mercado externo.
- Uma grande parte do mercado europeu dá preferência pelo camarão inteiro (com cabeça). Como a decomposição do camarão é mais intensa na região do cefalotórax (em função da maior presença de enzimas digestivas), esse camarão exige maior cuidado durante a despesca e a pós-colheita. Por exemplo, o camarão que fica no fundo do viveiro e é catado manualmente não serve jamais para o mercado europeu, pois o produto não tem a mesma qualidade. A lama que fica aderida nas brânquias irá provocar uma decomposição mais rápida do produto.
- A melanose não deve exceder a 5%.

- Existem no mercado fitas indicadoras, comercializadas pela empresa Merck que permitem a quantificação dos níveis de metabolismo na carne, facilitando a avaliação da adequação do produto à legislação vigente.

RESTRIÇÕES IMPOSTAS PELOS MERCADOS AMERICANOS E EUROPEUS

É normal que as espécies de camarões de zonal mais frias melanizem-se e escureçam rapidamente, assim como apresentem um cheiro de amônia exalado entre o exoesqueleto e a musculatura.

Por isso, os principais critérios analisados para avaliação da qualidade do camarão comercializado internacionalmente costuma ser:

A – *Análise do Odor: Os critérios organolépticos (propriedades com que os corpos, substâncias ou materiais impressionam os órgãos dos sentidos) são utilizados segundo a seguinte classificação:*

- 1 – O produto é aceito: odor normal ou de alimento (concentrações de Indole menor que 25 µg/100 g).
- 2 – O produto pode ou não ser aceito: odor leve, porém persistente, de material em decomposição (concentrações de Indole maior que 25 e menor que 50 µg/100 g).
- 3 – O produto é recusado: (concentrações de Indole maior que 50 mg/100 g).

B – *Análises químicas para detecção de compostos não-voláteis, como: histamina, putrescina, cadaverina e indole;*

C – *Análises microbiológicas para detecção de Salmonella e Listeria (que devem ser virtualmente ausentes da carne). O uso de gelo e a manutenção dos camarões em temperaturas inferiores a 5 °C, por sua vez, inibem a proliferação de Listeria;*

D – *Análise residuais de antibióticos (através de análises de cromatografia gasosa): dois antibióticos merecem especial atenção, nitrofuranos e cloranfenicol. No segundo caso, a Comunidade Européia exige concentrações inferiores a 0,03 ppb e, no caso da FAO, concentrações inferiores a 10 ppb.*

No caso do uso de metabissulfito, não existe uma proibição legal, apesar de, por exemplo, o produto agravar o quadro clínico de pessoas asmáticas. Contudo, os níveis máximos aceitos são os seguintes:

Austrália: 60 ppm em camarão fresco;

Espanha: 50 ppm em camarão pré-cozido e entre 80 e 150 ppm em camarão fresco;

FAO: 30 ppm em camarão pré-cozido e até 100 ppm em camarão fresco.

Em todos os casos, porém, exige-se que a contração máxima de metabissulfito seja destacada na embalagem do produto.

Capítulo 12

**CULTIVOS
EMERGENTES**

12.1. CULTIVO DE CAMARÕES EM TANQUES-REDE

Atualmente, alguns estados do país, notadamente do Paraná e da Bahia, vem se destacando por projetos que abrem uma nova frente de trabalho na carcinicultura brasileira: o cultivo de camarões marinhos em estruturas flutuantes, conhecidas como "tanques-rede".

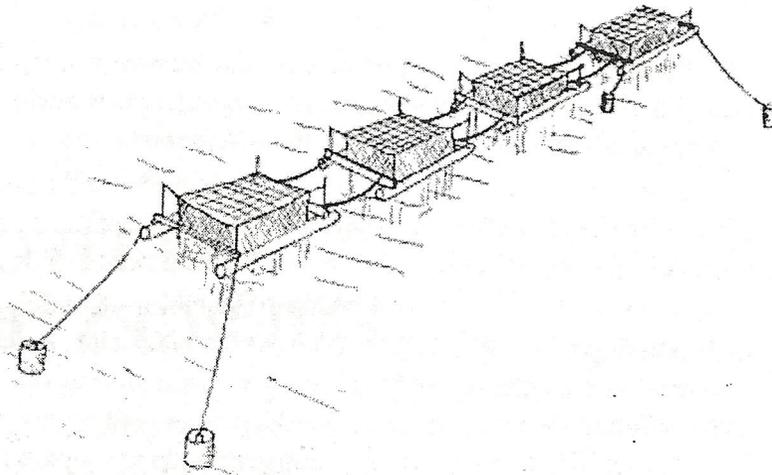


Figura 54. Representação esquemática de tanques-rede para cultivo de camarões.

Essa modalidade de cultivo começou a ser desenvolvida no Brasil, na década de 80, em um projeto coordenado por Eduardo Lemos, e envolveu instituições privadas e organizações não-governamentais brasileiras e o IFREMER, um instituto francês de pesquisas para a exploração do mar. Desde então, a tecnologia de cultivo vem sendo continuamente aperfeiçoada, graças, principalmente, ao empenho de empresas como a Sansuy S.A., de instituições de pesquisa e da iniciativa privada.

O cultivo de camarões em tanques-rede tem-se revelado

uma opção bastante apropriada para regiões litorâneas abrigadas (baías, estuários e enseadas), em que haja restrições para a construção de viveiros tradicionais, quer por questões topográficas ou ambientais.

Enquanto a carcinicultura tradicional prosperou no país, impulsionada pelas excelentes margens de lucro e graças ao investimento de médios e de grandes investidores, os micro produtores e as comunidades tradicionais sempre tiveram limitações de acesso à atividade, principalmente em função do capital exigido para se produzir camarões da forma tradicional.

A produção de camarões em tanques-rede surge como uma alternativa mais barata, equilibrada, mais sustentável e também rentável, para regiões onde existam restrições para a construção de viveiros tradicionais, tanto por questões topográficas como ambientais.

12.1.1. Produzir camarões em tanques-rede ou em viveiros?

Não se espera que os cultivos de camarão em tanques-rede venham substituir os cultivos tradicionais, realizados em viveiros. Há grandes diferenças entre essas duas técnicas, (principalmente de escala de produção) além do perfil dos produtores que se dedicarão a uma ou a outra, também ser diferente. Pode-se afirmar que cultivos em tanques-rede vieram, sim, ocupar um novo espaço e não propriamente para competir com o sistema tradicional.

12.1.2. Vantagens da produção de camarões em tanques-rede

- Os tanques-rede permitem que produtores e investidores de praticamente qualquer nível financeiro invistam na atividade.

- Há a possibilidade de expansão das unidades de cultivo em módulos, à medida que o produtor vá se capitalizando.
- Os investimentos necessários para a produção de camarões em tanques-rede são, proporcionalmente, 50% menores que os envolvidos na produção de camarões em viveiros, uma vez que não há gastos com bombas, aeradores e comportas.
- A capacidade de produção de camarões em tanques-rede (4 a 7 kg/m²) é cerca de vinte vezes maior que a obtida em cultivo em viveiros (200 a 400 g/m²).
- Os tanques-rede permitem maior controle da produção.

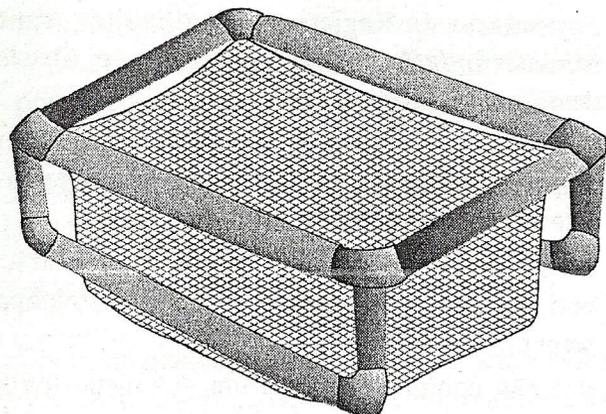


Figura 55. Modelo de tanque-rede utilizado para cultivo de camarões no Estado do Paraná.

- O manejo nos tanques-rede é mais fácil que nos viveiros, pois não há necessidade de fertilização ou renovação da água, nem de correção do solo.
- Possibilitam a otimização do uso de rações, com maior aproveitamento do alimento natural que se adere ao tecido dos tanques-rede.

- O uso de tanques-rede não implica no uso de grandes áreas costeiras.

12.1.3. Desvantagens da produção de camarões em tanques-rede

- É ainda uma atividade nova, o que implica que o aperfeiçoamento da tecnologia ainda dependerá de muita pesquisa e de testes.
- Os riscos envolvidos são maiores, pois os tanques-rede, além de serem mais vulneráveis a tempestades e correntes marinhas, ainda estão mais sujeitos a roubos.
- Apesar de investimentos serem menores, os tanques-rede apresentam menor vida útil que os viveiros. Estima-se que a estrutura de produção deva ser trocada a cada 5-6 anos.
- A falta de um zoneamento costeiro na maior parte do país, ainda dificulta o licenciamento para instalação de unidades de produção.
- Visto que a atividade é nova, atualmente os órgãos ambientais têm adotado uma posição contrária à liberação dos cultivos comerciais de espécies exóticas de camarões em tanques-rede, sob a alegação de que os riscos de fuga desses camarões para o ambiente são maiores. Porém, uma vez que se conclua os estudos em desenvolvimento e que esses estudos comprovem que o camarão não representa riscos ao ambiente, a tendência é que se estabeleçam normas específicas para esses cultivos.

12.1.4. O que fazer para poder começar um cultivo de camarões em tanques-rede?

As pessoas interessadas em produzir de camarões em tanques-rede precisam, primeiramente, preocupar-se com a regularização de seus cultivos perante a lei.

Normalmente, os cultivos em tanques-rede são realizados em baías, enseadas ou estuários, ou seja, locais considerados como "águas públicas da União". Tais áreas são de propriedade do Governo Federal e, desde abril de 2001, há uma lei (publicada na Instrução Normativa Interministerial Nº 9, de 11 de Abril de 2001), que estabelece as normas para o uso de águas, para fins de aquicultura.

Infelizmente, os interessados em cultivar camarões têm de percorrer um longo caminho até seu sonho se transformar em realidade. Os passos a serem seguidos para obtenção de licença para uso de uma determinada área para cultivo de camarões em tanques-rede são os seguintes:

- Os interessados deverão escolher uma área onde desejam instalar seus tanques-rede e encaminhar uma consulta prévia a um escritório da Delegacia Federal de Agricultura, que é o representante nos estados do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, solicitando a licença para realização de cultivos de camarões na área desejada.
- O Ministério da Agricultura encaminha o projeto a vários outros Ministérios e níveis institucionais envolvidos no processo (Meio Ambiente, Marinha, Secretaria de Patrimônio da União) e, em um prazo máximo de 60 dias, comunica ao interessado pelo correio se a sua solicitação foi aceita ou não.

- Se a consulta prévia for aprovada, recomenda-se que o interessado procure um técnico, pois será necessária a apresentação de um projeto técnico para obtenção da autorização definitiva para instalação dos tanques-rede. A contratação de um técnico não é obrigatória, porém, como será constatado, a seguir, não é simples elaborar um projeto desse tipo.

Relação Simplificada de documentos a serem anexados ao processo

- Formulário de Registro de Aquicultor, emitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, devidamente preenchido;
- Planta de localização, especificando dimensões do empreendimento, podendo ser utilizada, quando existente, a carta náutica da região;
- Planta de construção de equipamentos, caracterizando perfeitamente os tanques-rede e demais equipamentos a serem utilizados;
- Relação completa e detalhada dos dispositivos a serem instalados, suas dimensões, forma e material utilizado em sua confecção, quantidade, posição em coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada petrecho, período de utilização, vida útil do equipamento e tipo de sinalização;
- Poderão ser aceitos croquis, em substituição às plantas, desde que representem perfeitamente a área do empreendimento, permitam avaliar aspectos afetos à segurança da navegação e que seja constatado que o interessado é um pequeno produtor;

- Informações sobre a espécie a ser cultivada, quanto aos seguintes aspectos: nome vulgar e científico; origem das pós-larvas; presença da espécie escolhida no mar, em nível regional;
- Informações de caráter sanitário: Informar se os exemplares a serem cultivados atendem às normas de sanidade expedidas pelo Ministério da Agricultura (quarentena, certificado de origem, atestado sanitário);
- Informações quanto à possibilidade de contaminação orgânica do ambiente, onde o projeto vai ser implantado: informar sobre as formas a serem utilizadas para minimização das perdas de ração para o ambiente; informar sobre a quantidade aproximada de resíduos a serem gerados por toneladas de organismos cultivados (fezes e restos de alimentos);
- Informar quais as medidas serão tomadas para a manutenção dos padrões de qualidade da água.

12.1.5. Viabilidade econômica⁵

Como em qualquer atividade econômica, a viabilidade dos cultivos de camarões em tanques-rede depende, basicamente, da escala de produção. Dificilmente, um produtor que possua um módulo com menos de 12-15 tanques atingirá o ponto de equilíbrio.

Na Tabela 38, é apresentado um fluxo de caixa teórico para um projeto composto por 35 tanques-rede de 16 m³ de área útil. A simulação realizada levou em consideração uma unidade de produção que pudesse ser gerenciada por apenas uma pessoa, com o auxílio de mão-de-obra temporária.

⁵ Para maiores detalhes, consultar: Manual Sansuy de Produção de Camarões marinhos em Tanque-Rede (Ostrensky et. al., 2001).

Tabela 38 - Fluxo de caixa projetado para um módulo de produção de camarões em tanques-rede contendo 35 tanques de 16 m³ de área útil (base de cálculo US\$ 1,00 = R\$ 2,60)

Fluxo de Caixa - 35 Tanques-Rede	Ano					Total (R\$)
	1	2	3	4	5	
Investimentos	14.530,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.530,00
Custos Fixos	7.550,00	4.150,00	4.750,00	4.150,00	4.750,00	25.350,00
Custos Variáveis	24.381,92	22.395,18	22.429,68	22.395,18	22.429,68	114.031,65
Despesas totais	46.461,92	26.545,18	27.179,68	26.545,18	27.179,68	153.911,65
Receita total	47.174,40	47.174,40	47.174,40	47.174,40	47.174,40	235.872,00
Saldo anual	712,48	20.629,22	19.994,72	20.629,22	19.994,72	81.960,35
Balanço acumulado	712,48	21.341,69	41.336,41	61.965,63	81.960,35	207.316,56

A mesma simulação pode ser feita para unidades menores, mas os resultados indicam que quanto maior for a unidade de produção, menores serão os custos de produção do camarão; maior será o IEE (Índice de Eficiência Econômica); menor será o Pay Back e maior será a receita média mensal do produtor.

O IEE indica a capacidade da unidade de produção gerar valor por unidade de custo, ou seja, é um indicador da relação benefício/custo. O IEE serve como referencial para comparação de desempenho e para a verificação da possibilidade das unidades de produção gerarem lucro.

Já o Pay Back é um método que visa calcular quanto tempo o investidor irá precisar para recuperar o capital investido. Um investimento significa uma saída imediata de dinheiro. Em contrapartida, espera-se receber de volta esse dinheiro com a venda dos camarões. O Pay Back calcula quantos anos isso irá demorar.

Considerando quatro diferentes unidades de produção, com 5, 15, 25 e 35 tanques-rede (Tabela 39), observa-se que apenas os dois últimos cenários são atrativos, pois neles o custo de produção cai para menos de R\$ 6,00/kg, o retorno do capital ocorre já no primeiro ano e a receita média mensal atinge valores compensadores, R\$ 874,15 (em uma unidade com 25 tanques-rede) e R\$ 1.366,01 (em uma unidade com 35 tanques-rede).

Tabela 39 - Simulações econômicas relativas a quatro diferentes unidades de produção de camarões em tanques-rede

Número de Tanque-Rede	Custo de Produção (R\$/kg)	IEE	Pay Back (anos)	Receita Líquida Mensal (R\$)
5	11,60	0,73	-	-204,33
15	6,63	1,25	4	334,86
25	5,64	1,45	1	874,15
35	5,32	1,53	1	1.366,01

12.2. CULTIVO DE CAMARÕES MARINHOS EM ÁGUA-DOCE

Muito se tem propagado no país, que *L. vannamei* é uma espécie que pode ser cultivada em água doce, mas, a princípio, isso não é de todo verdadeiro.

Essa é uma espécie eurihalina, ou seja, suporta grandes variações de salinidade, mas, mesmo assim, só pode ser cultivada em águas onde a concentração de sais atinja valores mínimos necessários para que os animais mantenham as suas próprias concentrações internas de sais (concentração osmótica). Se a concentração osmótica cair abaixo dos níveis mínimos para a espécie, os animais morrem.

As águas podem ser classificadas de diferentes maneiras, em relação à sua salinidade. Segundo uma dessas classificações, a água recebe a denominação de água doce quando a sua salinidade for igual ou inferior a 0,5 ppmil; salobra, quando a sua salinidade estiver entre 0,5 e 3,0 ppmil e ou salgada (salina) quando sua salinidade for superior a 3 ppmil.

Por outro lado, há uma forma mais técnica de classificação,

segundo a qual: a) água-doce apresenta salinidade máxima de 0,5 ppmil; b) água oligohalina apresentam salinidades entre 0,5 e 5 ppmil; c) água mesohalina apresenta salinidade entre 5 e 18 ppmil; d) água euhalinas apresentam salinidades próximas à da água do mar (cerca de 33 ppmil); águas mixohalinas compreendem limites de salinidade entre 0,5 e 30 ppmil.

Assim sendo, qualquer que seja a classificação adotada, os termos mais apropriados para designar os cultivos de camarões em águas de baixa salinidade seriam: cultivos em águas mixohalinas ou cultivos em águas oligohalinas, uma vez que *L. vannamei* pode, sim, ser cultivado em águas com baixíssimas salinidades, mas não propriamente em água-doce.

Na Tabela 40, são apresentadas as diferenças químicas em duas amostras de água coletadas em zonas interioranas da Região Nordeste do Brasil. Pela tabela, pode-se observar o quão diferentes são as amostras de água oligohalina e doce.

Tabela 40 - Comparação entre duas amostras de água coletadas na Região Nordeste

Parâmetros	Água Doce	Água Oligohalina
Alcalinidade Total (CaCO ₃)	19 ppm	127 ppm
Dureza Total (CaCO ₃)	36 ppm	1.053 ppm
Condutividade	104 µS/cm	5.135 µS/cm
Cálcio (Ca ⁺⁺)	11,2 ppm	57,3 ppm
Magnésio (Mg ⁺⁺)	1,9 ppm	178 ppm
Cloretos (Cl ⁻)	9 ppm	379 ppm
Sódio (Na ⁺)	4,8 ppm	1.036 ppm
Potássio (K ⁺)	4,4 ppm	46,5 ppm
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	15,4 ppm	113,6 ppm

Fonte: Nunes, 2001.

12.2.1. Condições mínimas exigidas

A água utilizada nos cultivos de camarões marinhos deve sempre apresentar salinidade superior a 0,5 ppmil e a concentração de cloretos deve ser maior que 300 ppm. A alcalinidade total deve ser superior a 100 ppm como CaCO₃ e a dureza total, que nos cultivos tradicionais não constitui um parâmetro importante, nesse caso passa a ser fundamental, pois os íons cálcio e magnésio participam diretamente da regulação osmótica dos camarões. Por isso, a dureza total deve se manter em patamares obrigatoriamente superiores a 150 ppm como CaCO₃.

Caso a água se enquadre nessas características, a possibilidade de o produtor obter níveis de produtividade semelhantes, ou até maiores que os obtidos em águas mesohalinas ou euhalinas é muito grande.

12.2.2. O processo de aclimação das larvas

A aclimação à água doce pode ser feita, utilizando-se a mesma metodologia descrita no Capítulo 6, inclusive com o procedimento metodológico apresentado na Tabela 15.

Aparentemente, a aclimação à águas oligohalinas apresenta melhores resultados com *PLs*₈₋₁₅. No entanto, quanto mais lentas forem as variações de salinidade durante a aclimação, melhores serão as taxas de sobrevivência das larvas.

Uma vez aclimatadas, o produtor poderá aplicar as mesmas técnicas de cultivo descritas ao longo de todo o livro.

12.2.3. *Vantagens da produção de camarões em água oligohalinas*

Constituem vantagens:

- menores restrições ambientais, uma vez que as fazendas não precisam ser instaladas próximo a zonas de preservação permanente;
- possibilidade de utilização de águas salobras, impróprias para o consumo, para a produção de um alimento de alto valor agregado;
- menor possibilidade de disseminação das enfermidades de origem viral;
- redução dos investimentos necessários para a construção das fazendas;
- possibilidade de produção de camarões de coloração esbranquiçada, que são muito bem aceitos pelo mercado norte-americano.

12.2.4. *Desvantagens da produção de camarões em água oligohalinas*

Constituem desvantagens:

- maior dificuldade de manejo, principalmente na fase de aclimação;
- maior ocorrência de competidores (moluscos, peixes e crustáceos, que competem pelo alimento, ou seja, pela ração) e de predadores (principalmente peixes de águas mixohalinas e larvas de libélula, na fase inicial do cultivo);
- maior possibilidade de disseminação das enfermidades de origem bacteriana;

- maior estresse causado aos camarões durante todo o cultivo;
- maiores riscos de perda de camarões em função da variação da qualidade de água. Como os cultivos são realizados em condições próximas aos limites de tolerância da espécie, principalmente em relação à quantidade e qualidade dos sais dissolvidos, a variação da qualidade da água, em função da ocorrência de chuvas, pode ser fatal para os camarões;
- tendência de haver uma diminuição da eficiência alimentar, com conseqüente aumento das taxas de conversão alimentar, o que significa maiores gastos com ração em comparação aos cultivos tradicionais;
- maiores ocorrências de algas cianofíceas e de blooms algais;
- maior necessidade de uso de insumos corretivos (calcário, potássio, etc.);
- maior cuidado com os efluentes, pois não é incomum a água utilizada no abastecimento de viveiros de cultivo já apresentarem condições impróprias para consumo humano. Nesse caso, uma vez utilizada, tende a haver maiores concentrações dos sais (por evaporação), reduzindo ainda mais a qualidade do efluente gerado.