

## 2. BIOLOGIA DE *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Marcelo Antonio Amaro Pinheiro &  
Nilton José Hebling

### 1. Sistemática

---

Segundo Bowman e Abele (1982), a classificação zoológica completa de *M. rosenbergii* é a seguinte:

Reino Animalia  
Filo Arthropoda  
Subfilo Crustacea Pennant, 1777  
Classe Malacostraca Latreille, 1806  
Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892  
Superordem Eucarida Calman, 1904  
Ordem Decapoda Latreille, 1803  
Subordem Pleocyemata Burkenroad, 1963  
Infra-ordem Caridea Dana, 1852  
Superfamília Palaemonoidea Rafinesque, 1815  
Família Palaemonidae Rafinesque, 1815  
Subfamília Palaemoninae Dana, 1852  
Gênero *Macrobrachium* Bate, 1888  
Espécie *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

X COPIA 21  
A principal característica do Filo Arthropoda é a presença de apêndices articulados (gr. *arthros*, articulação + *podos*, pé). Os crustáceos diferenciam-se dos demais artrópodos por apresentarem um exosqueleto mais espesso e rígido, (lat. *crusta*, carapaça dura), apêndices birremes (com dois ramos) e dois pares de antenas (tetráceros).

Os crustáceos contam com aproximadamente 38.000 espécies, ocorrendo nos ecossistemas terrestre e aquático (dulcícola, marinho e salobro), das quais cerca de 8.500 são integrantes da Ordem Decapoda (gr. *deca*, dez + *podos*, pé) (Bowman & Abele, 1982). Os decápodos envolvem crustáceos popularmente conhecidos, tais como camarões, lagostas e caranguejos, que são subdivididos nas Subordens Pleocyemata e Dendrobranchiata. Os representantes destas subordens diferem, basicamente, quanto ao tipo de reprodução: as fêmeas dos Pleocyemata incubam os ovos nas cerdas pleopodiais do abdome, enquanto que as dos Dendrobranchiata os liberam diretamente na água e estes se desenvolvem no plâncton, sem nenhum cuidado adicional.

A Subordem Dendrobranchiata é dividida em duas superfamílias: Peneoidea e Sergestoidea. A Subordem Pleocyemata, por sua vez, é dividida em sete infra-ordens: Stenopodidea, Caridea, Astacidea, Thalassinidea, Palinura, Anomura e Brachyura (Bowman & Abele, 1982). Os representantes da Infra-ordem Caridea encontram-se distribuídos em 22 famílias, das quais a Palaemonidae, que abrange, entre outros, os camarões de água doce, destaca-se pelo grande número de espécies. Cerca de 140 ocorrem no Continente Americano e 60 no Brasil (Melo & Magalhães, com. pessoal).

A Família Palaemonidae é subdividida em três subfamílias: Euryrhynchinae, Pontoninae e Palaemoninae. Na Subfamília Palaemoninae, algumas espécies atingem grande porte, tais como *M. carinus*, *M. americanum* e *M. rosenbergii* sendo, por esta razão, mais estudadas quanto à biologia e cultivo (New & Singholka, 1982). Estima-se que 33 espécies do gênero *Macrobrachium* ocorrem no Continente Americano, das quais 15 são registradas para o Brasil (Melo & Magalhães, com. pessoal).

Os camarões carídeos podem ser diferenciados morfológicamente dos penéidos por apresentarem alongamento da placa tergo-lateral do 2º somito abdominal, recobrimdo, parcialmente, a placa tergo-lateral do 1º e 3º somitos; a escama antenal mais alargada; o 2º par de pereópodos geralmente mais espesso e desenvolvido que os demais; e o corpo com certa angulação (Bliss, 1990) (Figura 1).

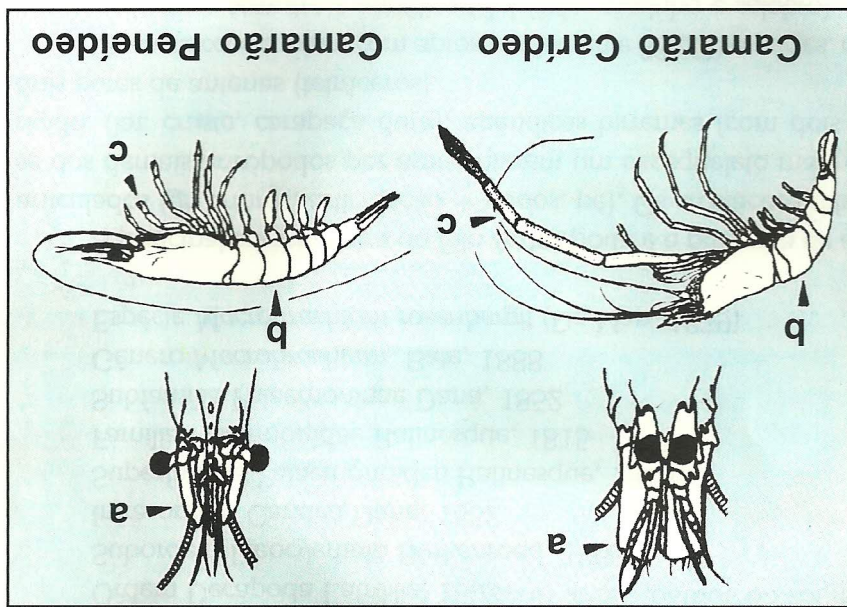


Figura 1 - Diferenciação morfológica entre camarões carídeos e penéidos (segundo somito abdominal; c = segundo par de pereópodos).  
 BLISS, 1990) (a = escama antenal; b = placa tergo-lateral do segundo

*M. rosenbergii* é considerado o maior dos camarões de água doce, podendo atingir 32 cm de comprimento total e 500 gramas de peso (Valenti, 1990). Esta espécie foi descrita em 1879 por De Man, com o nome *Palaemon rosenbergii*. Posteriormente,

foi citada na literatura com outros nomes genéricos, sendo então incluída no gênero *Macrobrachium* por Holthuis (1950). O nome do descritor e o ano da descrição são colocados entre parênteses para indicar que houve troca de gênero.

Segundo este autor, os caracteres diagnósticos do gênero *Macrobrachium* são ausência dos espinhos supraorbital e branquiostegal, presença do espinho hepático e palpo mandibular, e dátilo dos últimos três pereiópodos do tipo simples. *M. rosenbergii* difere das demais espécies do gênero por apresentar rostro longo, curvado para cima, com crista basal distintamente elevada, longa ou com a metade distal da margem superior nua e margem inferior com 8-14 dentes; carpo do quelípodo distintamente maior que o mero; e telso ultrapassando a extremidade dos espinhos posteriores mais longos.

## 2. Distribuição geográfica

---

*M. rosenbergii* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico, com registros confirmados em diversos países do sul e sudeste asiático (Paquistão, Índia, Ceilão, Burma, Tailândia, Malásia, Indonésia, Camboja, Vietnã), bem como no norte da Austrália e em várias ilhas dos oceanos Índico e Pacífico (Holthuis, 1950, 1980; Ling, 1969).

A introdução de *M. rosenbergii* com finalidade de estudos em aquicultura e cultivo ocorreu inicialmente no Havaí e, posteriormente, na África, Caribe, América Central e do Sul, Israel, Japão, Ilhas Maurítius, Tahiti, Taiwan e Reino Unido. No Brasil, foi introduzido na década de 70.

## 3. Habitat e posição trófica

---

*M. rosenbergii* faz parte da macrofauna bentônica de ecossistemas aquáticos, caminhando, com o auxílio dos pereiópodos, junto ao fundo de rios, lagos, reservatórios e regiões estuarinas. Sua presença já foi registrada no oceano a cerca de 200 quilômetros da costa (Holthuis, 1950; Rao, 1967; Ling, 1969). Como outros camarões, essa espécie se utiliza do batimento dos apêndices abdominais (pleópodos) para nadar por curtas distâncias. Em condições de perigo, pode contrair rapidamente a musculatura abdominal e, com o auxílio do batimento do leque caudal, movimentar-se para trás com grande rapidez.

Apresenta preferência por temperaturas na faixa de 28 a 30°C, que é considerada por Valenti (1986) a ideal para seu cultivo. Temperaturas inferiores a 15°C são letais para *M. rosenbergii*, promovendo grande mortalidade, que pode ser minimizada, no ambiente natural, com sua migração para áreas de menor profundidade, onde consegue se expor parcialmente fora d'água, aumentando a temperatura corpórea (Cavalcanti *et al.*, 1986).

Na natureza, sua dieta é onívora, alimentando-se de organismos zoobentônicos (vermes, moluscos, larvas e insetos aquáticos) e vegetais (algas, plantas aquáticas, folhas tenras, sementes e frutas) (Ling & Merican, 1961; Ling, 1969). A procura de alimento

processa-se geralmente nas primeiras horas da manhã, ou durante o anoitecer (Cavalcanti *et al.*, 1986). A insuficiência de alimento pode desencadear comportamento de canibalismo, tornando-se um problema para seu cultivo em densidades elevadas.

#### 4. Morfologia externa

Os camarões apresentam o corpo dividido em duas partes: cefalotórax e abdome. Cada uma delas é constituída por somitos providos de extremidades pares, denominadas apêndices (Figura 2).

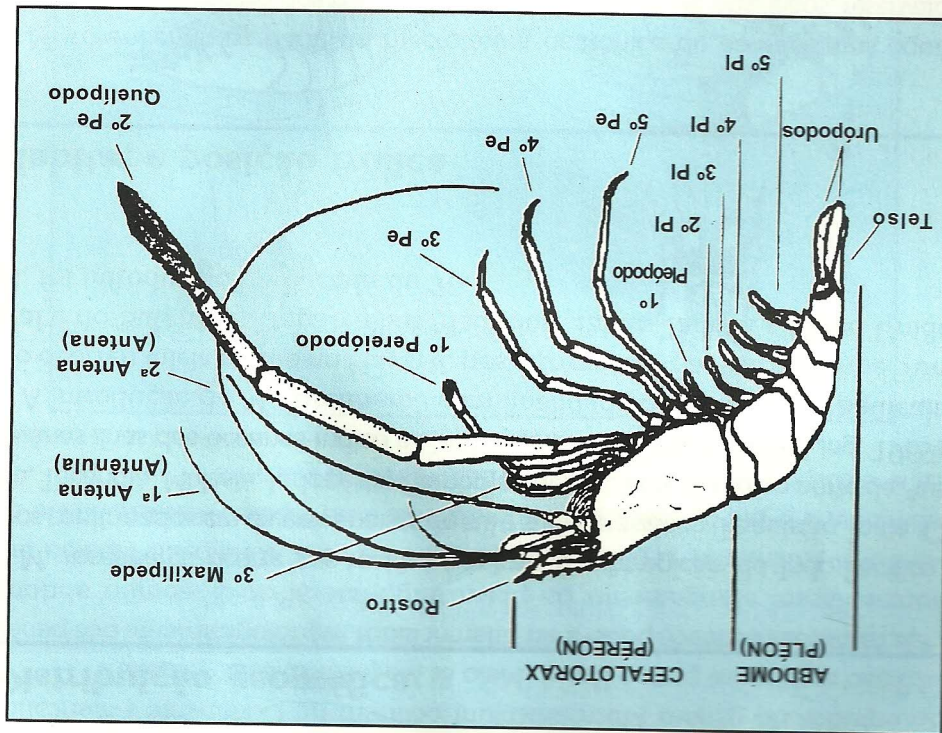


Figura 2 - Esquema da morfologia externa de *M. rosenbergii* mostrando os tagmas, somitos e principais apêndices cefalotórácicos e abdominais (Pe = pereiópodo; Pl = pleóopodo).

O cefalotórax corresponde à fusão de seis somitos cefálicos e oito torácicos, formando uma peça única - a carapaça. O primeiro somito cefálico é visível apenas nos estágios embrionários, desaparecendo na fase adulta. O abdome apresenta seis somitos nitidamente diferenciados, seguidos de uma estrutura terminal, pontiaguda - o telso. Na região anterior da carapaça encontra-se uma estrutura longa e afilada, denominada rostro, dotada de uma crista basal com 8 a 14 dentes, na margem inferior. À direita e à esquerda do rostro, encontram-se inseridos os dois pedúnculos oculares. As porções laterais da carapaça contribuem na formação das câmaras branquiais, sendo, por esse motivo, denominadas branquióstégios.

Os apêndices são morfologicamente birremes, com um ramo externo chamado exopodito e um interno, o endopodito. Basicamente, um apêndice típico é constituído por um segmento proximal denominado protopodito, originário da fusão do coxopodito com o basiopodito, ao qual se articulam o exo e o endopodito. O endopodito, por sua vez, é constituído por cinco segmentos que, da região proximal para a distal, recebem as seguintes denominações: ísquio, mero, carpo, própodo e dáctilo (Figura 3). O maior ou menor desenvolvimento evolutivo do exo e do endopodito de um determinado apêndice, e até mesmo a supressão de um desses ramos, na fase adulta, depende da função do apêndice. A distribuição seqüencial, as nomenclaturas e as funções conhecidas dos apêndices do camarão são apresentadas na Tabela 1.

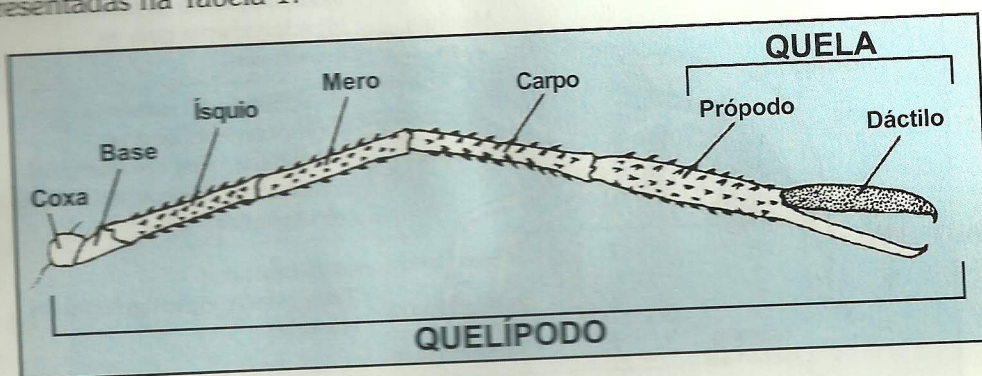


Figura 3 - Localização e nomenclatura dos segmentos componentes de um apêndice locomotor genérico de crustáceo.

De maneira geral, as antênulas e antenas são apêndices sensoriais; com o estatocisto, órgão do equilíbrio, localizado no primeiro segmento das antênulas. As mandíbulas, maxíbulas, maxilas e maxilípedes estão, basicamente, a serviço da alimentação. As maxilas, com o batimento contínuo do exopodito (escafognatito), promovem, ainda, um fluxo de água que banha as brânquias (corrente respiratória) e os maxilípedes, com o auxílio de estruturas próprias, podem, também, contribuir nas trocas gasosas.

Os dois primeiros pereiópodos recebem o nome de quelípodos, o que se deve ao própodo se articular com o dáctilo ("dedo" móvel), formando uma quela ou "pinça". O segundo par de quelípodos é mais comprido e espesso que os demais, sendo de suma importância para a alimentação e interações intra e interespecíficas. Os outros três pares de pereiópodos servem como patas locomotoras.

No abdome, os cinco primeiros somitos são providos, respectivamente, de cinco pares de pleópodos, apêndices achatados, tipicamente birremes, com muitas cerdas, responsáveis pela natação do animal. Nas fêmeas adultas, os pleópodos servem, ainda, para a fixação e incubação dos ovos, enquanto que, nos machos, o segundo par transforma-se em estruturas auxiliares na copulação. O sexto somito abdominal apresenta um par de apêndices laminares, denominados urópodos que, juntamente com o telso, formam o leque caudal.

Tabela 1 - Caracterização morfológica de *M. rosenbergii* quanto aos somitos e seus apêndices (modificado de Narchi, 1973 e Cavalcanti et al., 1986).

| Função  | Apêndices  | Somitos        | Divisão corpórea    |
|---|--|----------------|---------------------|
| Segmento embrionário (não visível no animal adulto)   |  | 1              |                     |
| Tátil, olfativa e equilíbrio durante natação e locomoção (estacístico)  | Antena   | 2              | CABEÇA<br>(Cefalon) |
| Tátil   | Antena   | 3              |                     |
| Corte e trituração do alimento  | Mandíbula  | 4              |                     |
| Manipulação do alimento (direcionamento para as mandíbulas)   | Maxíla   | 5              |                     |
| Manipulação do alimento (direcionamento para as mandíbulas); limpeza branquial; produção de corrente respiratória (escatognático) | Maxila   | 6              |                     |
| Tato, paladar e manipulação do alimento   | 1º Maxilípode<br>2º Maxilípode<br>3º Maxilípode          | 7<br>8<br>9    |                     |
| Aprensão de alimento  | 1º Pereópodo (< queípodo >)                              | 10             |                     |
| Comportamentos agonísticos (ataque-defesa) e reprodutivos (corte, manipulação da fêmea, etc.); aprensão de alimento               | 2º Pereópodo (> queípodo <)                              | 11             |                     |
| Locomoção bentônica   | 3º Pereópodo (GF)*<br>4º Pereópodo<br>5º Pereópodo (GM)* | 12<br>13<br>14 |                     |
| Locomoção natatória   | 1º Pleópodo  | 15             |                     |
| Locomoção natatória e diferenciação sexual (Figura 9)   | 2º Pleópodo  | 16             |                     |
|   | 3º Pleópodo  | 17             |                     |
|   | 4º Pleópodo  | 18             |                     |
|   | 5º Pleópodo  | 19             |                     |
| Direcionamento do movimento durante a natação   | Urópodo  | 20             |                     |
| Não é considerado somito (não apresenta apêndices)  |  |                | TELSO               |

\* GF = Gonópore feminino (base do coxopódio); GM = Gonópore masculino (base do coxopódio)

## 5. Morfologia interna

No cefalotórax são encontrados os principais órgãos do camarão, tais como **gânglio cerebriode (cérebro)**, brânquias, coração, gônadas, estômago, aparelho excretor, anexos glandulares e musculatura dos apêndices cefalotorácicos (Figura 4). O abdome é constituído por uma forte musculatura, intestino posterior e artéria aorta posterior na região dorsal, e o cordão nervoso e seus gânglios na região ventral.

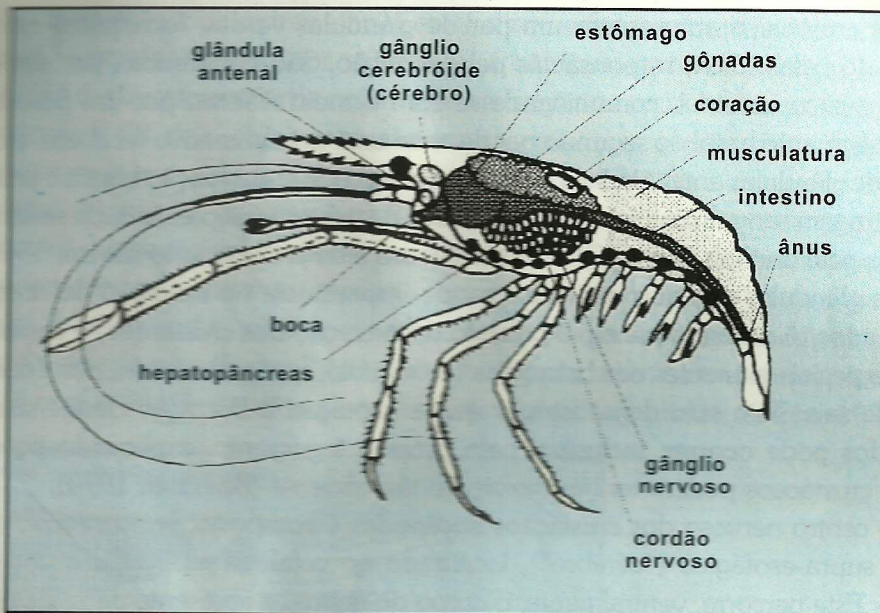


Figura 4 - Esquema da morfologia interna de *M. rosenbergii*, mostrando os principais órgãos e estruturas.

Como não foi encontrada na literatura uma descrição da anatomia interna de *M. rosenbergii*, as informações concernentes aos sistemas apresentados a seguir foram adaptadas a partir da revisão sobre morfologia interna de crustáceos decápodos realizada por McLaughlin (1983).

As brânquias são o principal órgão respiratório dos decápodos. Nos camarões carídeos, bem como na maioria dos braquiúros, elas são do tipo filobranquiadas, constituídas por séries de lamelas achatadas, dispostas seqüencialmente ao longo de um eixo de sustentação. Encontram-se alojadas em câmaras posicionadas lateralmente no cefalotórax, que são fechadas na região dorsal mas abertas ventral e posteriormente. Através dessas aberturas, a água é conduzida às brânquias, nas quais ocorre a hematose e, a seguir, é dirigida para a região anterior da câmara branquial. Nesse local está alojado o exopodito da maxila (escafognatito), cujo batimento promove o estabelecimento da corrente de saída da água pela região anterior do cefalotórax.

De modo geral, os crustáceos apresentam um sistema circulatório aberto, ou seja, o sangue e a hemolinfa fluem através de uma cavidade hemocélica. Nos decápodos,

o fluxo sanguíneo é realizado por um coração unicavitário, posicionado dorsalmente no cefalotórax e envolvido por um seio pericárdico. Duas artérias principais (aortas) partem do coração, sendo uma voltada para a parte anterior e outra para a porção posterior do animal, das quais partem ramificações que irrigam tecidos e órgãos. Depois de ser distribuído para todos os órgãos e tecidos corpóreos, o sangue é canalizado por diversos seios venosos para as brânquias, passa para o seio pericárdico e retorna novamente ao coração por aberturas denominadas óstios. O sangue dos crustáceos decápodos caracteriza-se por apresentar a hemocianina como o único pigmento utilizado no transporte de oxigênio (Mangum, 1983).

Os crustáceos apresentam um par de glândulas verdes, localizadas na região anterior do cefalotórax, responsáveis pela excreção. São constituídas por um túbulo excretor e saco terminal, comunicando-se com o meio externo por um poro que se abre no segmento basal do segundo par de antenas. Por esse motivo recebem, também, o nome de glândulas antenais. Nos crustáceos decápodos, sua função básica é promover a ultrafiltragem sanguínea e reabsorção seletiva de substâncias passíveis de serem ainda utilizadas pelo animal, como é o caso da glicose e de aminoácidos (Bjoms, 1969 a,b). As glândulas antenais não têm grande importância na excreção de compostos nitrogenados. A amônia, principal produto de excreção dos crustáceos, é captada por células especiais existentes nas brânquias (nefrócitos), que a eliminam, por difusão, na forma de sais. Tem sido demonstrado que a captação e liberação destes sais pelos decápodos pode ocorrer, inclusive, pelo próprio tegumento, explicando porque os grandes crustáceos podem ter uma excreção tão eficiente (Kaestner, 1970).

O centro nervoso dos crustáceos decápodos é composto, basicamente, por um ganglio supra-esofágico ("cérebro"), localizado no cefalotórax, ligado a um cordão nervoso. Este percorre, ventralmente, o corpo do animal e apresenta pares de gânglios associados a cada somito embrionário. Os gânglios correspondentes aos somitos 4 a 9 encontram-se, usualmente, fundidos nos adultos.

O sistema digestivo de *M. rosenbergii* é completo, ou seja, inicia-se com a boca em posição ventral, seguida pelo esôfago, intestino e termina na abertura anal, na região postero-ventral do abdome, na base do tórax. O intestino é, didaticamente, dividido em três porções: intestino anterior, médio e posterior. No primeiro, observa-se uma dilatação conhecida como estômago cardíaco, responsável pelo armazenamento do alimento. O processo de trituração é realizado externamente pelos apêndices bucais, característica peculiar aos crustáceos, que apresentam moimho gástrico pouco desenvolvido quando comparado ao dos camarões penéides (Patwarden, 1935a,b *apud* Wickins, 1976). No intestino anterior e médio, o alimento sofre a ação de secreções enzimáticas como a protease, amilase e lipase, sintetizadas pela glândula do intestino médio (hepatopâncreas). Esta é de grande importância na absorção e no armazenamento de reservas metabólicas (p. ex. o glicogênio), que são destinadas às gônadas na época da reprodução (Adiyodi & Adiyodi, 1970; Kyomo, 1988). O intestino posterior conduz os resíduos alimentares para o ânus. Forster e Gabbott (1971) *apud* Wickins (1976) mencionam que uma característica comum aos crustáceos é a capacidade de regurgitação de fragmentos indigeríveis ou grandes porções de carne.

A percepção do alimento pelos crustáceos é realizada por certas quimiorreceptoras responsáveis pelo olfato (estetos), localizadas em grande número no primeiro par de



antenas, além de ocorrerem nos pereiópodos quelados, peças bucais e até mesmo nas paredes das câmaras branquiais (Kaestner, 1970). Com a difusão dos componentes químicos do alimento na água, o animal detecta a fonte de origem e caminha em sua direção, movimentando, avidamente, o 1º e o 2º par de pereiópodos quelados. Estes possuem, também, cerdas de inervação simples com função táctil (Kaestner *op. cit.*). Tais apêndices são utilizados para a apreensão dos alimentos e sua condução até a boca, na qual são manipulados pelos maxilípedes e maxilas, cortados pela mandíbula e ingeridos.

*M. rosenbergii* é uma espécie dióica, apresentando um par de gônadas localizadas na região dorsal do cefalotórax, facilmente observadas por transparência, quando maduras. O aparelho reprodutor masculino é composto por um par de testículos conectados a ductos espermáticos e glândulas androgênicas, que se abrem externamente em gonóporos. Os dois gonóporos são muito próximos, localizados na superfície mediana da membrana de articulação entre o esterno torácico e a coxa do 5º par de pereiópodos (Figura 5). São recobertos por uma estrutura saliente e achatada (*flap*), que é diminuta nos estágios iniciais de desenvolvimento (Figura 6). As fêmeas apresentam dois ovários com os respectivos ovidutos, que se comunicam com os gonóporos. Os gonóporos femininos são orifícios ovais que se abrem na superfície mediana da coxa do 3º par de pereiópodos (Figura 7 e 8). São cobertos por uma fina membrana, facilmente removível com o auxílio de uma pinça de dissecação (Nagamine e Knight, 1980).

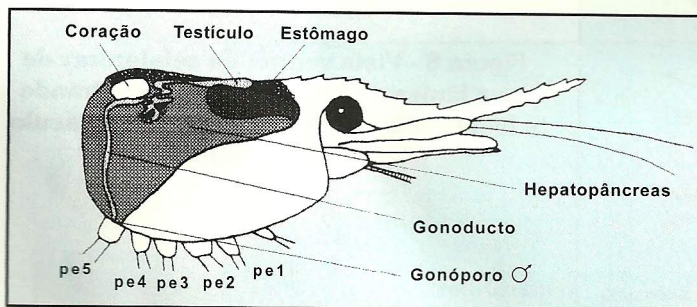


Figura 5 - Caracterização do sistema reprodutor masculino de *M. rosenbergii* (pe = pereiópodo).

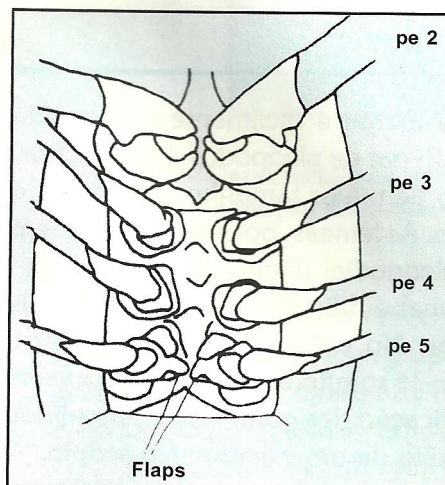


Figura 6 - Vista ventral do cefalotórax de um macho de *M. rosenbergii*, mostrando os *flaps* que encobrem os gonóporos, existentes na porção proximal do quinto par de pereiópodos (pe = pereiópodo).

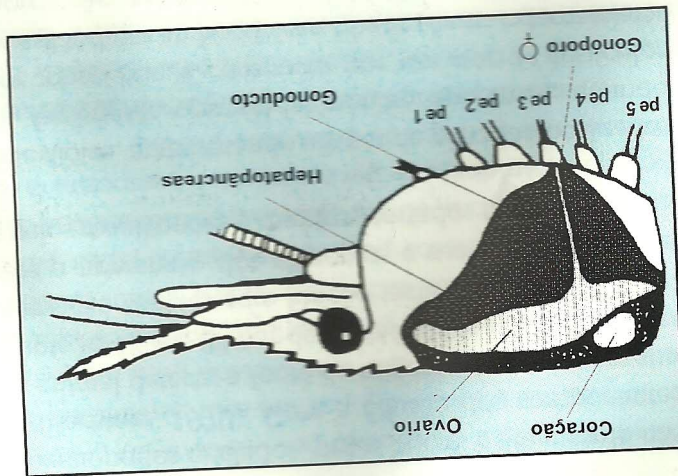


Figura 7 - Caracterização do sistema reprodutor feminino de *M. rosenbergii* (pe = periópodo).

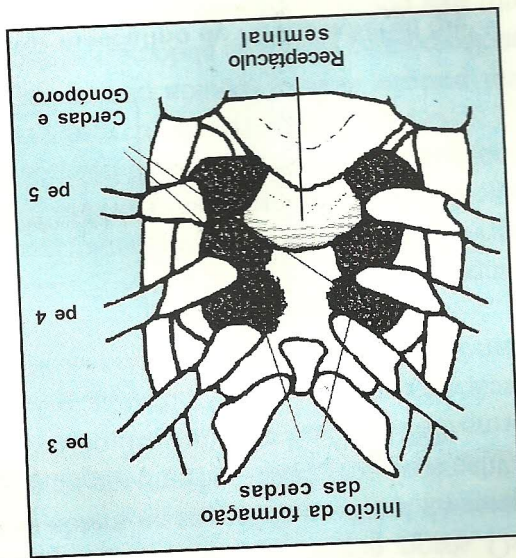


Figura 8 - Vista ventral do cefalotórax de uma fêmea de *M. rosenbergii*, mostrando a localização dos gonóporos e receptáculo do espermatóforo.

## 6. Caracterização sexual e estrutura social

A diferenciação entre os sexos de *M. rosenbergii* é facilmente conseguida pela observação da morfologia do endopodito do 2º par de pleópodos. Nos machos, essa estrutura apresenta dois apêndices, sendo o de maior tamanho denominado apêndice masculino e o menor de apêndice interno. As fêmeas, por sua vez, possuem somente o apêndice interno nesse endopodito pleopodial (Figura 9). Nos exemplares jovens, a identificação sexual é dificultada pelo fato de tais estruturas não estarem completamente formadas. No entanto, a constatação de uma protuberância na região mediana ventral do 1º somito abdominal dos jovens evidencia o sexo masculino (Figura 10). A identificação dos gonóporos masculinos ou femininos só pode ser conseguida com o auxílio de um estereomicroscópio.

60-75° com a cutícula), que chegam a aumentar em até 11% sua espessura (Kuris et al., 1987). Este morfotipo é dominante sobre os demais, territorialista, isola-se com fêmeas em pré-muda por ocasião da cópula (Ra'anan & Sagi, 1985) e apresenta baixa taxa de crescimento (Ra'anan et al., 1991).

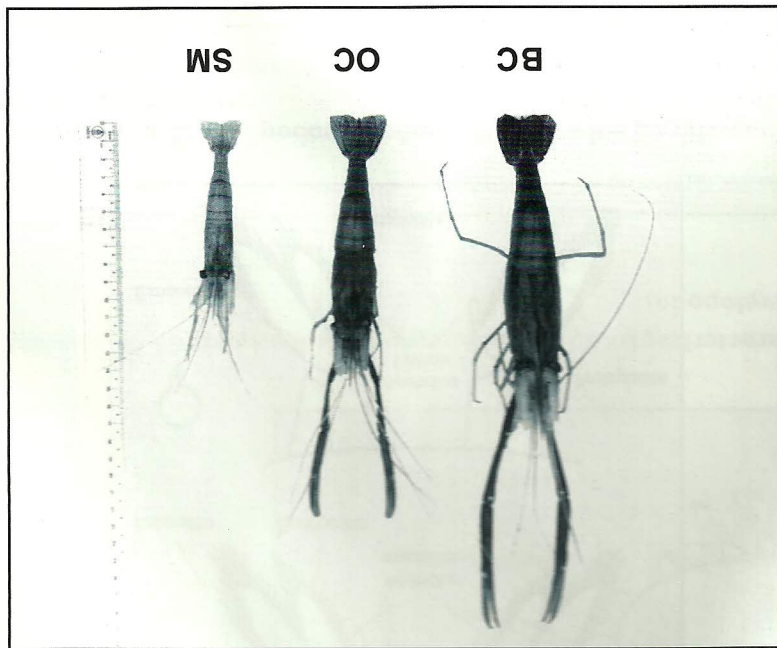


Figura 11 - Vista geral dos morfotipos machos de *M. rosenbergii* (BC = blue claw; OC = orange claw; e SM = small male).

Os machos OC podem atingir tamanho similar ao dos machos BC, mas apresentam as quelas do segundo par de periópodos mais curtas e com coloração laranja-esverdeada. Estas são providas de espinhos pequenos e frágeis, formando um ângulo de 30-45° com a cutícula (Kuris et al., 1987). São submissos aos machos BC, não possuem hábito territorial e apresentam alta taxa de crescimento (Ra'anan et al., 1991).

Os machos SM são facilmente identificados por seu pequeno porte. Apresentam os quelípodos do 2° par curtos e translúcidos, com o dedo fixo azulado, uma mácula vermelha sobre o própodo (na articulação com o dedo móvel) e uma banda vermelha na porção distal do carpo (Kuris et al., 1987). São submissos às demais castas sociais, não são territorialistas e apresentam baixa taxa de crescimento (Ra'anan et al., 1991).

De acordo com Ra'anan e Cohen (1985), os três morfotipos machos são adultos e aptos à cópula. Os machos OC mostram baixa probabilidade copulatória, encontrando-se num estágio de desenvolvimento intermediário ao dos machos SM e BC (Ra'anan & Sagi, 1985). Os machos SM apresentam produção de espermatozóides maduros (Sagi et al., 1988), mostrando, inclusive, maior peso gonadal relativo, quando comparado com as demais castas. Como estratégia reprodutiva, esses machos empregam seu reduzido tamanho e alta mobilidade para copular, furtivamente, com as fêmeas protegidas pelos machos BC (*sneak behaviour*).

Os machos OC e BC apresentam peso corpóreo similar, diferindo dos machos SM (Smith et al., 1978; Karplus et al., 1986). Por esse motivo, a distribuição de frequência

do peso dos machos é bimodal, enquanto que, das fêmeas, é unimodal (Ra'anán *et al.*, 1991). Os morfotipos machos também podem ser identificados pela razão entre o comprimento do quelípodo maior e o comprimento corpóreo total, mostrando valores que variam de 0,4 a 0,9 para os SM, 0,8 a 1,4 para os OC e 1,4 a 2,0 para os BC (Ra'anán & Cohen, 1985).

Análises do crescimento relativo de *M. rosenbergii*, realizadas por Kuris *et al.* (1987), evidenciaram a possibilidade de estabelecimento de uma divisão para os machos OC, em Quela laranja robusta (SOC = *strong orange claw*) e Quela laranja frágil (WOC = *weak orange claw*). Esta diferenciação é baseada no crescimento do comprimento do própodo quelar em relação ao comprimento do cefalotórax, não sendo uma classificação facilmente observada em trabalhos de campo.

Em decorrência da grande interação hierárquica entre essas castas sociais, a remoção seletiva dos animais de maior porte (machos BC e OC), nos viveiros de engorda, tem propiciado aos machos SM um crescimento rápido, diferenciando-os em machos OC e BC, aumentando substancialmente a biomassa final, por ocasião da despesca (Smith *et al.*, 1981; Daniels *et al.*, 1995).

A interação entre as castas sociais e o estabelecimento de hierarquia de dominância propicia certa constância entre os morfotipos machos, verificando-se, comumente, uma proporção de 5 SM : 4 OC : 1 BC (Brody *et al.*, 1980; Cohen *et al.*, 1981). No entanto, essa proporção nunca foi observada nos viveiros do Centro de Aqüicultura da Unesp, durante dez anos de estudos. Vale ressaltar que a razão entre as castas é dinâmica, com os machos sofrendo transformação de um morfotipo para outro, seguindo sempre a irreversível ordem: SM para OC para BC (Kuris *et al.*, 1987).

## 7. Ciclo de vida e reprodução

---

### 7.1 História evolutiva e ciclo de vida

A Família Palaemonidae compreende numerosas espécies de camarões bentônicos que habitam regiões marinhas, estuarinas e de água doce (Holthuis, 1950, 1952). Enquanto muitas de suas espécies (p. ex., *M. rosenbergii* e *Palaemonetes* spp.) necessitam de águas com maior concentração salina para completar seu desenvolvimento larval, outras habitam ambientes essencialmente de água doce, com total independência da água do mar. Diferentemente das espécies marinhas, as dulcícolas são caracterizadas por possuírem ovos de maior tamanho e em menor número, indicando um desenvolvimento do tipo abreviado (Dobkin, 1967).

Na natureza, *M. rosenbergii* habita rios, lagos e reservatórios que se comunicam com águas salobras, onde o desenvolvimento larval se completa (Fujimura & Okamoto, 1970 *apud* Ra'anán & Cohen, 1985). Durante a época reprodutiva, as fêmeas ovígeras migram para regiões estuarinas, onde ocorre a incubação dos ovos. Após a fase larval, as pós-larvas e primeiros estágios juvenis apresentam baixa tolerância à salinidade, migrando para a água doce (Ra'anán & Cohen, 1985) (Figura 12). Nessa ocasião, os jovens podem chegar a transpor barreiras de até três metros de altura, ocultando-se em fendas e vegetação submersa (Raman, 1964). As grandes variações térmicas e salinas,

registradas nas regiões estuárias, desencadeiam um estresse metabólico nos indivíduos juvenis de *M. rosenbergii*, sendo precursor do comportamento migratório (Nelson et al., 1977). Além disso, vale destacar a maior taxa de crescimento de exemplares de *M. rosenbergii* mantidos em água doce ou água de baixa salinidade, quando comparados com os mantidos em salinidades próximas ao ponto isosmótico (Singh, 1980).

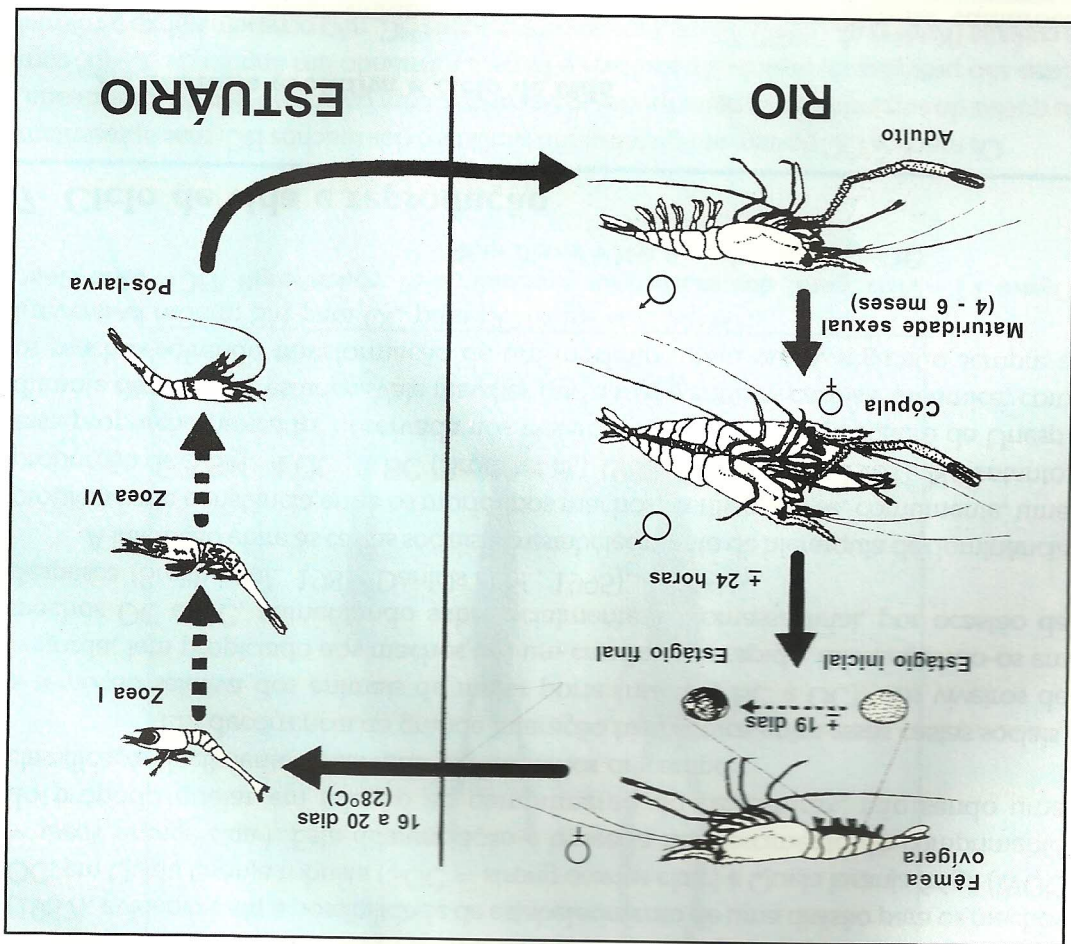


Figura 12 - Ciclo de vida de *M. rosenbergii* em ambiente natural.

Segundo Peebles (1979), *M. rosenbergii* apresenta maior atividade locomotora durante o período noturno, com maior intensidade nas fêmeas. Os machos são mais territorialistas, tendendo a permanecer numa mesma área, enquanto as fêmeas com gônadas maduras percorrem maiores distâncias do que as ovígeras.

Análises da morfologia externa dos estágios de zoea e pós-larva de *M. rosenbergii* não possibilitam a diferenciação sexual. Esta tem início com a abertura dos gonóporos, que ocorre quando os animais apresentam 5,9 e 7,6 mm de comprimento cefalotorácico, respectivamente, para machos e fêmeas (Nagamine & Knight, 1980).

## 7.2. Maturidade sexual

A primeira evidência de dimorfismo sexual de *M. rosenbergii* só é constatada em animais com comprimento cefalotorácico (CC) maior que 10 mm, quando já é possível observar, nos machos, o rudimento dos apêndices masculinos, no endopodito do 2º par de pleópodos (Nagamine & Knight, 1980). Analisando o crescimento dos segmentos do 2º quelípodo e sua relação com o cefalotórax, esses autores verificaram modificações expressivas para os machos, a partir de CC = 28 mm, o que não foi evidente para as fêmeas. Nestas, no entanto, a maturidade sexual pode ser verificada por volta de CC = 20 mm, quando se inicia o alongamento da 2ª placa tergo-lateral do abdome e forma-se a câmara incubadora de ovos (Nagamine & Knight, 1980). *M. rosenbergii* atinge a maturidade gonadal por volta do quarto mês, após a metamorfose (Provenzano, 1985).

O desenvolvimento gonadal das fêmeas envolve de 15 a 20 dias, contados a partir de exemplares em estágio imaturo (Rao, 1991). Podem ser estabelecidos quatro estágios gonadais para as fêmeas de *M. rosenbergii* (Figura 13): imaturo (transparente, confinado à região mais posterior da cavidade cefalotorácica e de difícil visualização a olho nu); início de maturação (amarelo-claro, ocupando de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  do comprimento da cavidade cefalotorácica); em maturação (coloração amarelo-escuro a laranja-claro, ocupando mais de  $\frac{3}{4}$  do comprimento da cavidade da carapaça); maturo (coloração laranja-escuro, ocupando toda a cavidade cefalotorácica). Para os machos, pode-se seguir o mesmo esquema, alterando-se apenas o padrão de coloração das gônadas para os estágios em maturação e maturo, que são brancos.

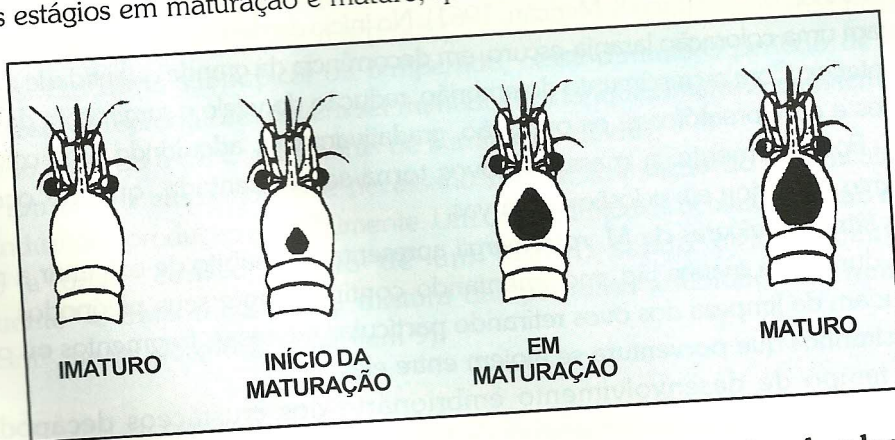


Figura 13 - Região dorsal de uma fêmea de *M. rosenbergii*, mostrando a localização da gônada e seu tamanho em relação ao cefalotórax durante as principais fases de desenvolvimento.

### 7.3. Comportamento

*M. rosenbergii* é uma espécie dióica e polígama, mostrando evidente dimorfismo sexual após a maturidade sexual. Seu comportamento reprodutivo foi estudado por alguns autores (Ling & Merican, 1961; Ling, 1969), podendo ser dividido em seis etapas: comportamento pré-copulatório, muda pré-nupcial, cópula, desova, incubação e eclosão.

O macho reconhece as fêmeas que se encontram receptivas tocando-as com suas antenas (Wickins, 1976). Posteriormente, exibe um comportamento pré-copulatório

característico, flexionando seus quelípodos em "U" ao redor da fêmea, protegendo-a de outros machos ou predadores, até que a muda pré-nupcial se processe (ver item 9). A troca do exosqueleto antigo é realizada em poucos segundos, após a flexão do corpo e ruptura da membrana de articulação existente entre o cefalotórax e abdome. De modo geral, a muda pré-nupcial dos camarões palaemonídeos ocorre durante o período noturno, podendo vir a acontecer também no crepúsculo.

Segundo Valenti (1987), o macho eleva o cefalotórax, ou o corpo todo, imediatamente após a eclise da fêmea, tocando-a por movimentos ávidos dos quelípodos e antenas. Esta é, então, posicionada com o ventre para cima e o macho procede uma limpeza nos esternitos torácicos, onde o espermatóforo será depositado. O macho coloca-se sobre a fêmea, transferindo o espermatóforo, em poucos segundos, para o receptáculo espermatofórico existente junto à base do 5º par de periópodos. O espermatóforo apresenta-se como uma massa de coloração esbranquiçada, facilmente visível.

A desova ocorre cerca de 24 horas após a cópula. A fêmea dobra o abdome sob a região ventral do cefalotórax, para recepção dos óvulos liberados pelos gonóporos. Os óvulos são depositados sobre o espermatóforo e, posteriormente, conduzidos até as cerdas dos endopoditos pleopodiais, nas quais permanecem aderidos. De acordo com Valenti (1987), o tempo de postura dos camarões de água doce pode variar de poucos minutos a uma hora, independentemente da cópula. Caso não tenham sido fecundados, os ovos são eliminados das cerdas pleopodiais dentro de dois a três dias.

Os ovos têm forma ligeiramente ovoide, medindo cerca de 0,7 mm no seu eixo maior e pesando 0,1 mg (Ling & Merican, 1961). No início do desenvolvimento embrionário, apresentam uma coloração laranja-escura, em decorrência da grande quantidade de vitelo em seu interior. Com o crescimento do embrião, redução do vitelo e surgimento dos olhos compostos e de cromatóforos, os ovos vão, gradativamente, adquirindo uma coloração marrom. Posteriormente, a massa de ovos torna-se acinzentada, quando ocorre o rompimento do córion e a eclosão das larvas.

As fêmeas ovigeras de *M. rosenbergii* apresentam o hábito de oxigenar a massa ovigera durante a incubação, movimentando continuamente seus pleópodos. Além disso, cuidam da limpeza dos ovos retirando partículas arenosas, fragmentos ou outros corpos estranhos que porventura se alojem entre eles.

O tempo de desenvolvimento embrionário dos crustáceos decápodos é inversamente proporcional à temperatura da água (Lindley, 1990; Pinheiro et al., 1994). Segundo Ling e Merican (1961), o período de incubação dos ovos de *M. rosenbergii* em sala climatizada (25 a 28°C) é de aproximadamente 19 dias. De modo geral, a duração do desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* envolve cerca de 16 a 20 dias, quando a temperatura da água varia ao redor de 28°C (Dugan et al., 1975).

#### 7.4. Fecundidade

A maioria dos carcinólogos têm conceituado a fecundidade como o número de ovos exteriorizados por fêmea em cada desova. Segundo Sastry (1983), a fecundidade dos crustáceos mostra grande variação entre espécies, refletindo estratégias reprodutivas e ecológicas peculiares.

*M. rosenbergii* apresenta uma correlação positiva para a relação fecundidade/comprimento, podendo exteriorizar até cerca de 170 mil ovos (Ling & Merican, 1961; Rao, 1991). No entanto, Raman (1967) observou fêmeas com 229 mm de comprimento total e 503 mil ovos. Variações intra-específicas podem ocorrer em virtude da influência de fatores exógenos sobre a reprodução, como por exemplo, temperatura da água e fotoperíodo (Pinheiro & Fransozo, 1995).

### 7.5. Época reprodutiva

A época reprodutiva dos crustáceos decápodos de água doce está intimamente associada ao regime de chuvas, às variações térmicas e ao fotoperíodo da região onde ocorrem. Segundo Raman (1967) e Rao (1991), a época reprodutiva de *M. rosenbergii* apresenta variação, conforme a região geográfica estudada. Na costa nordeste da Índia, a reprodução está sob a influência direta da monção de inverno, ocorrendo de dezembro a julho, com maior atividade nos meses de primavera; na região sudoeste, essa espécie se reproduz de julho a dezembro, principalmente durante o outono, seguindo a monção de verão. Na região central do país (Lago Korellu), as duas monções atuam sobre o ciclo reprodutivo, condicionando dois picos anuais, embora a reprodução ocorra o ano todo. A reprodução de *M. rosenbergii* na natureza geralmente é contínua durante o ano, mas com maior intensidade nos meses em que os fatores ambientais são mais favoráveis ao desenvolvimento gonadal e sobrevivência da prole.

Em condições de cultivo, a reprodução ocorre o ano todo somente nas regiões tropicais. Em clima subtropical ou temperado, cessa durante o período de inverno. Nesse caso, os reprodutores devem ser mantidos em tanques internos, com temperatura variando entre 28 a 32°C e 14 horas de iluminação diária.

Em alguns casos, torna-se necessário realizar a ablação do pedúnculo ocular, para induzir a reprodução artificialmente. Um dos pedúnculos oculares é então extirpado junto à base, com o auxílio de um bisturi, sendo o local cauterizado "a quente" e tratado com uma mistura das pomadas antibióticas Terramicina® e Furacim®, na proporção 1:1 (ver item 9).

## 8. Desenvolvimento larval

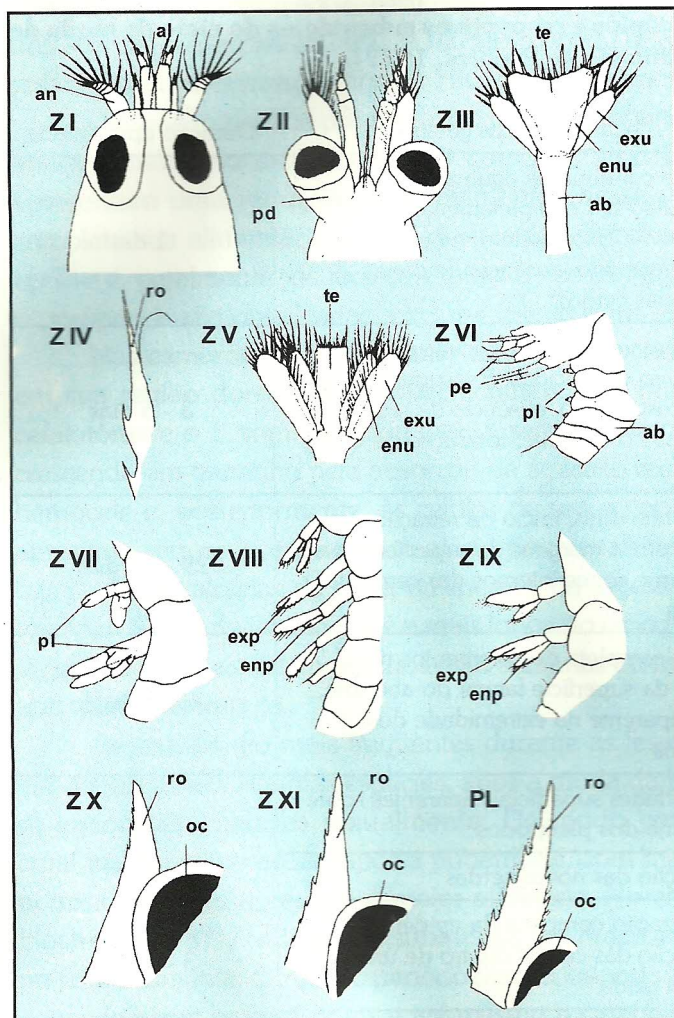
Como a maioria dos camarões de água doce, *M. rosenbergii* apresenta um desenvolvimento pós-embriônico do tipo anamórfico irregular (ou indireto), eclodindo em um estágio larval denominado zoea, dotado de maior complexidade morfológica e estrutural do que aquele característico dos camarões peneídeos, que é denominado náuplio (Kaestner, 1970). As zoeas apresentam olhos compostos, o corpo tagmatizado e a maioria dos apêndices corpóreos já formados, apesar de muitos deles apresentarem função distinta da observada na fase adulta.

De acordo com Uno e Soo (1969), *M. rosenbergii* apresenta desenvolvimento larval constituído por 11 estágios de zoea, que fazem parte integrante do plâncton e



possuem hábito alimentar **carnívoro**. Durante toda a fase de zoea, a propulsão é efetuada frente e a face ventral voltada para cima. O comprimento total médio da zoea é de 1,92 mm por ocasião da ecdose, chegando a quadruplicar no décimo primeiro estágio (7,73 mm). A seguir, esta larva sofre uma nova muda, adquirindo características similares às do adulto, principalmente no que se refere à morfologia, locomoção e hábito bentônico. Cada estágio larval apresenta uma morfologia externa peculiar, com estruturas que vão se desenvolvendo gradativamente no decorrer da metamorfose, permitindo sua identificação com certa margem de segurança. Na Figura 14, pode-se verificar os principais caracteres morfológicos peculiares a cada estágio larval, que serviram para a elaboração da chave de identificação que é apresentada a seguir:

1. Olhos não pedunculados ..... ZOEAI I  
1. Olhos pedunculados ..... ZOEAI II
  2. Ausência de urópodos. Telson com 8 pares de cerdas e com ranhura nas laterais (rudimentos dos exopoditos dos urópodos) ..... ZOEAI II  
2. Presença de urópodos com exo e/ou endopodito já formados ..... 3
  3. Presença de somente exopodito nos urópodos (endopodito ainda rudimentar). Um espinho na região dorsal do rostro ..... ZOEAI III  
3. Presença do exopodito e endopodito dos urópodos. Dois espinhos na região dorsal do rostro. Telson subquadrangular ..... ZOEAI IV
  4. Ausência de pleópodos. Telson estreito, alongado e com formato quadrangular ..... ZOEAI V  
4. Presença de pleópodos ..... 5
  5. Pleópodos rudimentares. SA<sup>1</sup> = 5 ..... ZOEAI VI  
5. Pleópodos birremes. SA ≥ 6 ..... 6
  6. Ausência de cerdas nos pleópodos. SA = 6 ..... ZOEAI VII  
6. Presença de cerdas apenas no exopodito dos pleópodos. SA = 9 ..... ZOEAI VIII  
6. Presença de cerdas no exopodito e endopodito dos pleópodos ..... 7
  7. Presença de 10 segmentos na antena (SA = 10) ..... ZOEAI IX  
7. Primeiro e segundo par de pereópodos quelados. Região dorsal do rostro com 3 a 4 espinhos. SA = 14 ..... ZOEAI X  
7. Presença de 15 ou mais segmentos na antena (SA ≥ 15) ..... 8
  8. Região dorsal do rostro apresentando espinhos em mais de sua metade ..... ZOEAI XI  
8. Região dorsal e ventral do rostro apresentando espinhos em toda sua extensão ..... PÓS-LARVA
- <sup>1</sup> SA = Número total de segmentos da antena, considerando-se os do pedúnculo e do flagelo antenal.



- an = antena;
- al = anténula;
- pd = pedúnculo ocular;
- te = telso;
- exu = exopódito do urópodo;
- enu = endopodito do urópodo;
- ab = abdome;
- ro = rostro;
- pe = pereiópodo;
- pl = pleópodo;
- exp = exopodito do pleópodo;
- enp = endopodito do pleópodo;
- oc = olho composto.

**Figura 14 - Principais características morfológicas utilizadas na identificação de cada estágio larval de *M. rosenbergii* (Z I a Z XI = estágios de zoea; PL = pós-larva).**

## 9. Muda, crescimento, autotomia e regeneração

*M. rosenbergii* apresenta um revestimento cuticular externo (exosqueleto), composto por um polissacarídeo aminado denominado quitina, impregnado de sais calcários, principalmente o carbonato de cálcio, que lhe dá maior rigidez.

O crescimento somático é do tipo descontínuo, ou seja, para que ele ocorra é necessário que o animal troque regularmente seu exosqueleto antigo, fenômeno este chamado muda ou ecdise. O ciclo de muda dos crustáceos é marcado por características morfofisiológicas peculiares que vão se sucedendo com o tempo, sendo, por esse motivo, dividido em estágios. Com base nos trabalhos de Drach e Tchernigovtzeff (1967), Yamaoka e Scheer (1970) e Peebles (1977), pode-se caracterizar cada um dos estágios e subestágios de *M. rosenbergii*, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização dos estágios e respectivos subestágios do ciclo de muda de *M. rosenbergii* (modificado de Peebles, 1977).

| Estágio        | Subestágio | Características gerais  |  | Duração aproximada |
|----------------|------------|---|--|--------------------|
| Pós-muda       | A          | Absorção contínua de água até a exocutícula estar completamente mineralizada. Exosqueleto mole, o rostro pode ser curvado, ausência de cones internos nas cerdas*                   | 1 dia  |                    |
|                | B          | Início da secreção da endocutícula e crescimento dos tecidos. Exosqueleto flexível, rostro duro, ausência de retração de pigmentos no abdome, formação de cones internos nas cerdas | 3 - 5 dias   |                    |
|                | C          | Exosqueleto duro, início da retração de pigmentos nas margens da superfície dorsal do abdome, cones internos das cerdas já formados   | 29 - 79 dias   |                    |
|                |            | D <sub>0</sub>  | Retração completa dos pigmentos nas margens da superfície lateral do abdome, apólise aparente na extremidade dos pleópodos | desconhecido       |
|                | Pré-muda   | D <sub>1</sub>  | Irregularidades superficiais aparentes sobre a epiderme dos pleópodos  |                    |
| D <sub>1</sub> |            | Invasão das novas cerdas  |  |                    |
| D <sub>1</sub> |            | Reorganização completa da epiderme, invasão das cerdas dentro de um "órgão da cerda"  | 3 - 5 dias   |                    |
| D <sub>2</sub> |            | Retração extensiva dos pigmentos sobre a superfície dorsal e lateral do abdome, desenvolvimento das cerdas não é visível na escama antenal  |  |                    |
| D <sub>3</sub> |            | Desenvolvimento das cerdas na escama antenal  | 2 - 3 dias   |                    |
| D <sub>3</sub> |            | Retração de pigmentos na superfície da margem dorsal do rostro  | 2 - 3 dias   |                    |
| D <sub>3</sub> |            | Exosqueleto torna-se flexível   | 1 - 2 dias   |                    |
| Muda           |            | E   | Momento em que o animal sofre a eclipse  | alguns segundos    |

\* Observável sob transparência quando a extremidade do pleópodo é cortada e examinada sob estereomicroscópio.

O crescimento e desenvolvimento gonadal dos crustáceos ocorre por um intrincado processo hormonal antagonico. Os hormônios inibidor da muda (HIM) e inibidor gonadal (HIG) são produzidos pelo complexo órgão-X/glândula do seio, existentes na base dos pedúnculos oculares. A massa ganglionar torácica e o cérebro produzem o hormônio

estimulador gonadal (HEG), bem como os ecdisteróides responsáveis pela promoção dos eventos pró-ecdísiais (HM). A muda só ocorre quando os níveis de HIM e HEG são reduzidos em comparação aos de HIG e HM (Skinner *et al.*, 1985; Adiyodi, 1985).

O primeiro sinal da pré-muda é o início da separação da epiderme do exosqueleto antigo, fenômeno este conhecido como apólise. Por esse motivo, os crustáceos apresentam uma redução nos movimentos nesse período, chegando a cessar por completo sua alimentação, cerca de três dias antes de sofrer a ecdise. O processo de apólise é geralmente, de fácil constatação nos camarões, quando as escamas antenais e pereópodos são observadas sob lupa (Stevenson, 1972).

Nos camarões, o rompimento da cutícula ocorre ao longo de suturas existentes em sua região dorsal, mais especificamente na membrana de articulação entre o *cefalotórax* e o 1° somito abdominal. A seguir, o animal sai de seu velho exosqueleto, crescendo em tamanho pela absorção de água do meio, que é incorporada ao sangue, hemocele e, posteriormente, às células de seu corpo. Durante a pós-muda, o animal apresenta seu novo exosqueleto ainda pouco calcificado. Para consolidá-lo, utiliza-se das reservas calcárias da água ou mesmo da ingestão de seu exosqueleto eliminado (*exúvia*). A fase de intermuda é a mais longa do ciclo de muda, em que a nova cutícula, já enrijecida, é mantida por vários dias, semanas ou meses, até que a próxima ecdise se aproxime novamente.

As ecdises são mais frequentes durante as fases larval e juvenil, diminuindo ou até cessando, em algumas espécies, após a muda da puberdade, quando os animais já se encontram maduros sexualmente. De modo geral, os camarões de água doce continuam a sofrer ecdise após a puberdade, com maior incidência durante o período noturno, quando apresentam maior atividade. No entanto, de acordo com Volpato e Hoshino (1987), indivíduos submissos de *Macrobrachium iheringi* sofrem muda, preferencialmente, durante o período diurno, quando submetidos a maiores densidades, evitando assim os confrontos e até mesmo o canibalismo, por parte dos dominantes.

A alteração de fatores extrínsecos, tais como a elevação da temperatura da água e aumento do fotoperíodo, promovem antecipação da ecdise em diversas espécies de crustáceos. O controle desses fatores, associado à ablação unilateral do pecúnculo ocular, tem induzido, com sucesso, a reprodução de *M. rosenbergii* em cativeiro. Com a aplicação dessa técnica, obtêm-se desovas viáveis após  $18,5 \pm 3,9$  dias numa temperatura de  $28,0 \pm 1^\circ\text{C}$ , reduzindo em cerca de 50% o tempo necessário para obtenção de fêmeas ovígeras.

Autotomia é a denominação dada à auto-amputação de pereiópodos, que comumente ocorre em crustáceos superiores, em decorrência de estímulos externos mais acentuados. Em *M. rosenbergii*, o apêndice mais frequentemente autotomizado é o 2° par de pereiópodos, que é comumente perdido por ocasião de combates, bem como durante o manuseio pelo homem, em condições de cultivo.

A fratura do apêndice ocorre na junção base-ísquio, na qual existe uma prega membranosa dupla que impede o processo hemorrágico nas regiões lesadas. A autotomia é causada pela contração violenta de um músculo locomotor chamado autotomizador, que une a parede torácica à metade proximal do base-ísquio. Com tal contração, o base-ísquio é puxado para baixo da coxa, provocando a separação dessas estruturas.

O processo de autotomia é um mecanismo adaptativo, que permite aos crustáceos a liberação rápida de apêndices danificados, visto possuírem alto grau de regeneração (Bliss, 1960). Após a perda do apêndice, ocorre a formação de uma protuberância no local, que se transforma, gradativamente, em um apêndice rudimentar, cujo crescimento é mais acentuado no final do estágio de pré-muda (Bliss, 1960; Skinner, 1985). Com as ecdises sucessivas, o membro é gradativamente formado e liberado de seu involucro protetor membranoso, atingindo seu tamanho normal. Os estudos sobre a interação entre os fenômenos de muda e regeneração indicam que a remoção de um número maior de apêndices pode desencadear o processo de muda (Skinner, 1985).

## Agradecimentos

Ao doutor Gustavo Augusto S. de Melo, do Museu de Zoologia da USP (MZUSP) e doutor Celio Ubirajara Magalhães Filho, do Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA/CPBA), pela colaboração valiosa no que se refere às informações de ordem sistemática.

## Referências bibliográficas

- ADYODI, R.G. 1985. Reproduction and its control. Pages 147-215. In: BLISS D.E. & MANTLE L.H. (Editors), *The Biology of Crustacea. Integument, Pigments, and Hormonal Processes*. New York, Academic Press, Inc. v.9, 550p.
- ADYODI, R.G. & ADYODI, R.G. 1970. Endocrine control of reproduction in Decapod Crustacea. *Biol. Rev.*, 45:121-165.
- BINNS, R. 1969a. The Physiology of the antennal gland of *Carcinus maenas* (L.). III. Glucose reabsorption. *J. exp. Biol.*, 51: 17-27.
- 1969b. The Physiology of the antennal gland of *Carcinus maenas* (L.). IV. The reabsorption of amino acids. *J. exp. Biol.*, 51: 29-39
- BLISS, D.E. 1960. Autotomy and regeneration. Pages 561-589. In: WATERMAN T.H. (Editor). *The Physiology of Crustacea. Metabolism and growth*. Academic Press, New York, v. 1670p.
1990. *Shrimps, lobsters and crabs. Their fascinating Life Story*. Columbia University Press, New York, 242p.
- BOWMAN, T.E. & ABLE, L.G. 1982. Classification of the Recent Crustacea. Pages 1-27. In: ABLE L.G. (Editor). *The Biology of Crustacea: Systematics, the fossil record, and Biogeography*. Academic Press, Inc., New York, v. 1, 319p.

- BRODY, T.; COHEN, D.; BARNES, A.; SPECTOR, A. 1980. Yield characters of *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture. *Aquaculture*, 21: 375-385.
- CAVALCANTI, L.B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E.A. 1986. *Camarão. Manual de cultivo do Macrobrachium rosenbergii (pitu havaiano - gigante da Malásia)*. Aquaconsult, Recife. 143 p.
- COHEN, D.; RA'ANAN, Z.; BRODY, T. 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Journal of the World Mariculture Society*, 12(2): 231-243.
- DANIELS, W.H.; D'ABRAMO, L.R.; FONDREN, M.W.; DURANT, M.D. 1995. Effects of stocking density and feed on pond production characteristics and reserve of harvested freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* stocked as size-graded juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(1):38-47.
- DOBKIN, S. 1967. Abbreviated larval development in caridian shrimps and its significance in the artificial culture of these animals. *FAO Fishery Report*, 57: 935-946.
- DRACH, P. & TCHERNIGOVITZEFF, C. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et Milieu*, 18 (3A): 595-610.
- DUGAN, C.C.; HAGOOD, R.W.; FRAKES, T.A. 1975. Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Florida Marine Research Publications*, 12: 1-28.
- HOLTHUIS, L.B. 1950. *The Decapoda of the Siboga-Expedition. Part X. The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius expeditions, with remarks on other species. I. Subfamily Palaemoninae*. Siboga Expedition, monogr. 39a<sup>9</sup>: 1-268 +52 figs.
- \_\_\_ 1952. *A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae*. Allan Hancock Foundation. Occasional Papers n° 12, 396 p. + 55 pls.
- \_\_\_ 1980. *FAO species catalogue. Shrimps and Prawns of the World. An annotated catalogue of species of interest to fisheries*. *FAO Fisheries Synopsis*, v.1, n°. 125, Rome, XVIII+ 271 p.
- KAESTNER, A. 1970. *Invertebrate Zoology*. Interscience Publishers, V. 3, 523 p.
- KARPLUS, I.; HULATA, G.; WOHLFARTH, G.W.; HALEVY, A. 1986. The effect of density of *Macrobrachium rosenbergii* raised in earthen ponds on their population structure and weight distribution. *Aquaculture*, 52: 307-320.
- KURIS, A.M.; RA'ANAN, Z.; SAGI, A.; COHEN, D. 1987. Morphotypic differentiation of male malaysian giant prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Crustacean Biology*, 7 (2): 219-237.

## 7. SISTEMAS DE BERÇÁRIO: CARACTERIZAÇÃO E MANEJO

Sergio Zimmermann &  
Célia Maria de Souza Sampaio

### 1. Introdução

---

O berçário pode ser definido como o cultivo de pós-larvas recém-metamorfoseadas em altas densidades, até o estágio juvenil, quando atingem peso entre 0,2 e 1,2 g. É uma fase intermediária entre a larvicultura e o viveiro de crescimento final.

O sistema de pré-cultivo em berçários para pós-larvas de *M. rosenbergii* foi sugerido por Ling (1969a), com o objetivo de possibilitar o cultivo em massa na fase inicial. Segundo esse autor, as pós-larvas poderiam ser mantidas em tanques com fluxo de água e aeração contínuos, em densidade de 200/m<sup>2</sup>, por um período de 60 dias.

Os berçários desenvolveram-se em Israel (Ra'anán & Cohen, 1982; Ra'anán *et al.*, 1984) e nos Estados Unidos (Carolina do Sul) (Smith & Sandifer, 1979a; Sandifer *et al.*, 1980; 1983; Smith *et al.*, 1983), com o objetivo de aumentar a estação de crescimento nas regiões com climas temperado e subtropical, onde só é possível cultivar esta espécie por um período entre seis e oito meses por ano (Sandifer & Smith, 1978; Cohen & Barnes, 1982). Assim, pode-se incrementar a produção e o percentual de animais com peso comercial na despesca final em locais com clima frio (Sandifer & Smith, 1975; Ra'anán & Cohen, 1982; 1983). Além disso, o uso de berçários melhora a eficiência da alimentação, facilita a estocagem de animais nos viveiros de crescimento final e eleva a sobrevivência (Willis & Berrigan, 1977), uma vez que os juvenis são mais resistentes às flutuações nas condições ambientais que ocorrem em um viveiro (Ling, 1969a; Fujimura & Okamoto, 1970) e à predação (New & Singholka, 1985). O berçário também facilita a eventual reposição de estoques nos viveiros de crescimento final, quando ocorre baixa sobrevivência no início da criação e viabiliza o policultivo com peixes maiores ou carnívoros (Cohen *et al.*, 1981).

Assim sendo, a disponibilidade de juvenis tornou-se um pré-requisito no cultivo comercial de camarões na Carolina do Sul, EUA e em Israel. Atualmente, o camarão de água doce não é mais produzido comercialmente em nenhum local de clima temperado. Seu cultivo restringe-se a locais de clima tropical e subtropical, e os berçários passaram a ser utilizados com grande sucesso nas regiões quentes, pois racionalizam o uso da infra-estrutura de viveiros, possibilitando a realização de até três ciclos de produção por ano, com o aumento da produtividade.

A Tabela 1 apresenta dados compilados da literatura sobre o cultivo de pós-larvas de *M. rosenbergii* em bergários de várias localidades. Observa-se que a densidade de estocagem é bastante heterogênea, pois o número de pós-larvas utilizadas nos diversos experimentos variou entre 25 e 6.276/m<sup>2</sup>, ou seja, entre 172 e 16.393/m<sup>2</sup>. O tempo de cultivo apresentou, também, algumas variações, porém, a maioria dos autores utilizou um período dentro dos limites sugeridos por Sandifer *et al.* (1983), ou seja, entre 30 e 120 dias, dependendo da densidade de estocagem. Deve-se acrescentar que os valores de sobrevivência e peso médio final referidos na Tabela 1 são bastante heterogêneos, não apresentando relação com a densidade de estocagem e o tempo de cultivo. Isso, possivelmente, deve-se às diferenças observadas nessas duas variáveis entre os experimentos, dificultando a comparação.

Atualmente, existem dois tipos de bergários, chamados primário e secundário, que serão discutidos a seguir.

## 2. Bergário primário

A fase de bergário primário, também denominado bergário I, varia conforme o país, o clima, a região, a propriedade e o tipo de manejo adotado. Cohen e Ra'anan (1989) afirmam que o bergário primário funciona como uma fase ampliada da larvicultura, tendo como função principal proporcionar a completa adaptação das pós-larvas à água doce.

No Brasil, geralmente consiste na estocagem de pós-larvas recém-metamorfosadas, por um período de duas a oito semanas, quando atingem cerca de 0,02 a 0,3 g. A definição desse período está condicionada à densidade de estocagem, às condições gerais do cultivo e ao uso de alimentação natural.

Os tanques que compõem uma unidade de bergário primário são de alvenaria, fibra de vidro ou fibrocimento, e localizam-se, geralmente, no interior de galpões fechados ou estufas, sendo dotados de filtro biológico ou abastecidos com fluxo contínuo de água. Podem ter formato quadrado, retangular, redondo ou octogonal, apresentando entre 10 e 50 m<sup>3</sup> de capacidade e profundidade média de um metro (Figura 1).

Em parte da região Sudeste e no Sul do Brasil, o cultivo em bergário primário realiza-se de julho a setembro (Rodrigues *et al.*, 1991), enquanto que nas demais áreas do país poderá ser feito ao longo do ano, precedendo a fase de bergário secundário ou de crescimento final.

A transferência dos animais dos tanques de larvicultura para o bergário primário é uma operação delicada, uma vez que as pós-larvas são frágeis, pois nessa fase as mudas realizam-se com maior frequência que em camarões adultos, o que aumenta as chances de os animais morrerem por esmagamento. Acrescente-se a isto, o fato de os indivíduos estarem mais sensíveis, devido ao processo de metamorfose, que demanda gasto de energia e reservas corporais. Recomenda-se que a transferência seja feita com o mínimo de manipulação, evitando o uso de redes ou pucças. Pode-se conduzir os animais através de tubos ou canaletas conectados diretamente da larvicultura ao tanque bergário, com pequena vazão de água que corre por gravidade. Por isso, é conveniente que o bergário primário seja construído perto da larvicultura, evitando-se as eventuais perdas por transporte e excesso de manipulação.



**Tabela 1 - Dados sobre a densidade de estocagem, tempo de cultivo, sobrevivência, peso médio final e localização de tanques (interno) e viveiros (externo), referentes ao cultivo de *M. rosenbergii* em berçário (Extraído de Sampaio, 1995).**

| Local                   | Densidade de estocagem<br>(m <sup>2</sup> ) (m <sup>3</sup> ) |        | Tempo de cultivo<br>(dias) | Sobrevivência<br>(%) | Peso médio final<br>(mg) | Localização | Referência               |
|-------------------------|---|--------|----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| Carolina do Sul/<br>EUA | 200   | 329    | 119                        | 60,0                 | -                        | interno     | Sandifer & Smith (1975)  |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 500   | 823    | 119                        | 40,0                 | -                        | interno     | Sandifer & Smith (1975)  |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 617   | 3 941  | 56                         | 57,2                 | 1 060                    | interno     | Sandifer & Smith (1975)  |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 078   | 669    | 56                         | 65,0                 | 1 130                    | interno     | Sandifer & Smith (1975)  |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 078   | 827    | 56                         | 62,0                 | 1 110                    | interno     | Sandifer & Smith (1975)  |
| Califórnia/<br>EUA      | 115   | 547    | 60                         | 80,0                 | 600                      | interno     | Mancebo (1978)           |
| Califórnia/<br>EUA      | 112   | 571    | 60                         | 81,6                 | 1 170                    | interno     | Mancebo (1978)           |
| Califórnia/<br>EUA      | 109   | 422    | 60                         | 73,0                 | 1 200                    | interno     | Mancebo (1978)           |
| Califórnia/<br>EUA      | 55  | 230    | 60                         | 92,0                 | 1 600                    | interno     | Mancebo (1978)           |
| Califórnia/<br>EUA      | 47  | 197    | 60                         | 94,0                 | 1 800                    | interno     | Mancebo (1978)           |
| Califórnia/<br>EUA      | 33  | 172    | 60                         | 72,5                 | 1 900                    | interno     | Mancebo (1978)           |
| Hawai/EUA               | 900   | 9 836  | 56                         | 42,3                 | 310                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 900   | 9 836  | 56                         | 51,3                 | 310                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 200   | 13 114 | 56                         | 51,3                 | 250                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 200   | 13 114 | 70                         | 53,3                 | 370                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 200   | 13 114 | 70                         | 77,0                 | 230                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 200   | 13 114 | 70                         | 47,3                 | 400                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 500   | 16 393 | 70                         | 63,8                 | 250                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 1 500   | 16 393 | 70                         | 39,2                 | 430                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 150   | 1 639  | 77                         | 84,4                 | 950                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 300   | 1 093  | 77                         | 60,0                 | 1 500                    | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Hawai/EUA               | 600   | 2 186  | 77                         | 52,2                 | 800                      | interno     | Kneale & Wang (1979)     |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 617   | 3 986  | 56                         | 57,2                 | 1 060                    | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 500   | 2 348  | 38                         | 87,5                 | 300                      | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 500   | 2 348  | 38                         | 84,4                 | 380                      | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 076   | 4 206  | 96                         | 79,1                 | 1 640                    | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 043   | 4 076  | 84                         | 71,3                 | 1 120                    | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 958   | 3 744  | 77                         | 67,5                 | 1 760                    | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 312   | 1 220  | 45                         | 72,4                 | 2 000                    | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 269   | 1 243  | 22                         | 97,9                 | 260                      | interno     | Smith & Sandifer (1979b) |

continua...

...continuação

| Local                   | Densidade de<br>estocagem<br>(m <sup>2</sup> )<br>(m <sup>3</sup> ) | Tempo de<br>cultivo<br>(dias) | Sobre-<br>vência<br>(%) | Peso médio<br>final<br>(mg) | Localização | Referência             |
|-------------------------|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|
| Israel                  | 4 200 10 000  | 45                            | -                       | 90                          | interno     | Cohen et al. (1981)    |
| Israel                  | 2 100 5 000   | 45                            | -                       | 130                         | interno     | Cohen et al. (1981)    |
| Israel                  | 420 1 000   | 45                            | -                       | 220                         | interno     | Cohen et al. (1981)    |
| Hawai/EUA               | 500-800   | 60-90                         | -                       | -                           | externo     | Corbin et al. (1983)   |
| Hawai/EUA               | 70-90   | 90                            | -                       | -                           | externo     | Corbin et al. (1983)   |
| Israel                  | 4 200 10 000  | 50                            | -                       | 80                          | interno     | Ra'anan (1983)         |
| Israel                  | 420 1 000   | 50                            | -                       | 240                         | interno     | Ra'anan (1983)         |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 300-1500  | 60-90                         | -                       | 500                         | interno     | Sanditer et al. (1983) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 2 000   | 30                            | -                       | 500                         | interno     | Sanditer et al. (1983) |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 6 276 5 946   | 105                           | 32,2                    | 320                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 5 380 5 096   | 89                            | 60,9                    | 320                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 2 511 1 312   | 77                            | 70,8                    | 200                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 663 1 575   | 73                            | 88,5                    | 440                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 658 1 570   | 92                            | 82,5                    | 340                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 225 1 312   | 67                            | 93,3                    | 200                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 1 194 1 432   | 88                            | 96,0                    | 320                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 904 856   | 64                            | 91,4                    | 930                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 646 612   | 62                            | 69,8                    | 1 830                       | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 603 571   | 58                            | 90,8                    | 930                         | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 538 441   | 42                            | 84,8                    | 2 100                       | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Carolina do Sul/<br>EUA | 323 534   | 56                            | 92,0                    | 1 640                       | interno     | Smith et al. (1983)    |
| Israel                  | 4 200 10 000  | 60                            | 72,0                    | 60                          | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Israel                  | 2 100 5 000   | 60                            | 74,0                    | 90                          | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Israel                  | 420 1 000   | 60                            | 89,0                    | 120                         | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Israel                  | 4 200 10 000  | 60                            | 71,0                    | 100                         | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Israel                  | 2 100 5 000   | 60                            | 87,0                    | 130                         | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Israel                  | 420 1 000   | 60                            | 85,0                    | 290                         | interno     | Ra'anan & Cohen (1984) |
| Alabama/EUA             | 40  | 35                            | 82,7                    | 82,7                        | interno     | Mulla & Rouse (1985)   |
| Alabama/EUA             | 40  | 35                            | 74,1                    | 74,1                        | interno     | Mulla & Rouse (1985)   |
| Alabama/EUA             | 40  | 35                            | 64,8                    | 64,8                        | interno     | Mulla & Rouse (1985)   |
| Alabama/EUA             | 40  | 35                            | 66,7                    | 66,7                        | interno     | Mulla & Rouse (1985)   |

continua...

...continuação

| Local            | Densidade de estocagem (m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> ) |       | Tempo de cultivo (dias) | Sobrevivência (%) | Peso médio final (mg) | Localização | Referência                |
|------------------|---|-------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| Sta Catarina/BR  | 500   | 2 143 | 31                      | 81,0              | 81,0                  | interno     | Costa & Rodrigues (1988)  |
| Sta. Catarina/BR | 1 000   | 2 143 | 31                      | 76,6              | 76,6                  | interno     | Costa & Rodrigues (1988)  |
| Sta. Catarina/BR | 500   | 4 286 | 31                      | 60,5              | 60,5                  | interno     | Costa & Rodrigues (1988)  |
| Sta. Catarina/BR | 1 000   | 4 286 | 31                      | 76,6              | 76,6                  | interno     | Costa & Rodrigues (1988)  |
| R. G. do Sul/BR  | 500   | 1 663 | 70                      | 62,9              | 62,9                  | interno     | Zimmermann (1988)         |
| Pernambuco/BR    | 333   | -     | 78                      | 80,0              | 80,0                  | externo     | Mendes (1989)             |
| Pernambuco/BR    | 333   | -     | 78                      | 40,0              | 40,0                  | externo     | Mendes (1989)             |
| São Paulo/BR     | 250   | -     | 92                      | 69,1              | 2 030                 | interno     | Silva & Zanfellece (1989) |
| São Paulo/BR     | 250   | -     | 92                      | 66,1              | 2 030                 | interno     | Silva & Zanfellece (1989) |
| Israel           | 500   | 1 663 | 70                      | 83,8              | 290                   | interno     | Zimmermann & Cohen (1989) |
| Israel           | 500   | 1 663 | 70                      | 91,4              | 310                   | interno     | Zimmermann & Cohen (1989) |
| Israel           | 500   | 1 663 | 70                      | 93,8              | 240                   | interno     | Zimmermann & Cohen (1989) |
| Israel           | 500   | 1 663 | 70                      | 90,7              | 280                   | interno     | Zimmermann & Cohen (1989) |
| R. G. do Sul/BR  | 1 250   | 1 786 | 40                      | 70,8              | 160                   | interno     | Mossmann et al. (1990)    |
| Israel           | 25  | -     | 69                      | 85,0              | 2 300                 | externo     | Karplus et al. (1990)     |
| Mississipi/EUA   | 688   | 2 000 | 63                      | 81,1              | 550                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 688   | 2 000 | 63                      | 59,4              | 530                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 688   | 2 000 | 63                      | 46,8              | 270                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 688   | 2 000 | 63                      | 23,7              | 720                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 688   | 2 000 | 63                      | 18,8              | 260                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 699   | 2 000 | 63                      | 85,3              | 290                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 699   | 2 000 | 63                      | 67,7              | 120                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 699   | 2 000 | 63                      | 66,9              | 130                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 699   | 2 000 | 63                      | 63,1              | 110                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 455   | 1 300 | 42                      | 94,3              | 550                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 455   | 1 300 | 42                      | 89,8              | 330                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 455   | 1 300 | 42                      | 89,8              | 280                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 455   | 1 300 | 42                      | 65,9              | 190                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Mississipi/EUA   | 455   | 1 300 | 42                      | 53,7              | 240                   | interno     | Heinen & Mensi Jr. (1991) |
| Sta. Catarina/BR | 200-1 000   | -     | 60-90                   | -                 | -                     | interno     | Rodrigues et al. (1991)   |

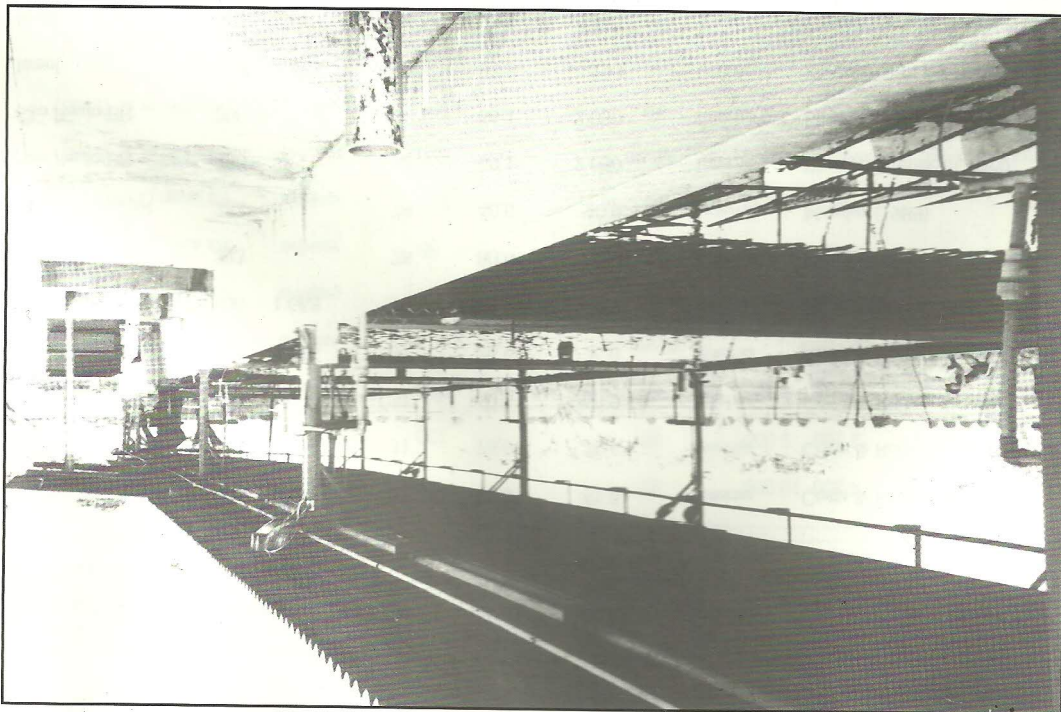


Figura 1 - Tanque (50 m<sup>3</sup>) utilizado na fase de berçário primário. Capiatã Aquicultura. Coruripe - Alagoas.

A taxa de estocagem no berçário primário varia de 0,5 a 6 PL por litro (500 a 6 000 PL/m<sup>3</sup>), dependendo da duração do cultivo (New, 1995). Segundo Sandtler *et al.* (1983), a densidade de estocagem deve variar inversamente com o período de cultivo; em densidades entre 300 a 1500/m<sup>2</sup>, esse período pode variar entre 60 e 90 dias, enquanto que acima de 2000/m<sup>2</sup>, o mesmo não deve ultrapassar 30 dias, pois a partir daí, a taxa de sobrevivência apresenta uma acentuada queda com o tempo. Por outro lado, Sampaio *et al.* (1996) observaram que a sobrevivência não se altera em densidades até 1000 indivíduos por m<sup>2</sup> mantidos por 20 dias de cultivo, mas diminui significativamente quando esta é elevada para 2000 indivíduos por m<sup>2</sup> ou o tempo de cultivo sobe para 30 dias.

A fase de berçário I não pode ser longa, pois o tempo eleva significativamente o custo de produção dos juvenis. Este pode atingir mais de US \$ 100,00 por milheiro após 60 dias de estocagem em tanques internos, inviabilizando a produção (Faria & Valenti, 1995).

Pós-larvas e juvenis de *M. rosenbergii* são bastante vulneráveis aos ataques intra-específicos, durante as fases de muda e pós-muda. Por isso, Ling (1969b) e Fujimura & Okamoto (1970) sugeriram a colocação de plantas aquáticas, galhos, cascalhos ou conchas nos berçários, com o objetivo de fornecer abrigo aos animais e possibilitar um aumento das taxas de sobrevivência. Atualmente, utilizam-se substratos plásticos horizontais ou verticais, de diversos modelos, com o objetivo de aumentar a área superficial interna, além de oferecer refúgio aos animais, diminuindo os encontros agonísticos e o canibalismo.

Sandifer e Smith (1975) e Segal e Roe (1975) observaram que os indivíduos desta espécie apresentam acentuada agressividade e canibalismo quando o cultivo é realizado em altas densidades, como é o caso dos berçários. As densidades elevadas utilizadas durante a fase de berçário primário aumentam a probabilidade de morte devido às condições da água de cultivo e à predação. Segundo Sandifer e Smith (1976), a utilização de substratos artificiais em tanques com alta densidade populacional, além de controlar e minimizar o comportamento agressivo e canibalístico dos indivíduos, possibilita melhores taxas de crescimento, sobrevivência, produção e conversão alimentar.

Nos berçários primários, a troca de água varia entre uma a 20 vezes o volume do tanque por dia. Em sistemas aquecidos com reaproveitamento de água através de filtro biológico, a taxa de recirculação poderá ser de até 24 vezes ao dia; a constante aeração e movimentação da água se dá através da utilização de *air-lifts*.

A drenagem dos tanques deve ser central e comandada de fora através de cachimbo externo; a saída interna de água do tanque deve ser protegida com tela de 1,0 mm de abertura para evitar a fuga das pós-larvas. Além da troca de água constante, deve-se realizar sifonagens periódicas no fundo dos tanques para remover o excesso de ração, fezes e matéria orgânica em decomposição (Borba *et al.*, 1993).

Ao final da fase de berçário I, os camarões atingem 0,02 a 0,2 g e são chamados juvenis I. Para a realização da despesca, a água do tanque pode ser substituída, gradativamente, pela água do viveiro para onde serão transferidos os juvenis (berçário secundário ou viveiro de crescimento final).

Em cultivos semi-intensivos de baixa tecnologia não se justifica o uso do berçário primário devido aos custos elevados de infra-estrutura, insumos e mão-de-obra. Além disso, freqüentemente têm-se obtido baixos índices de sobrevivência que variam entre 30 e 40%. Essa alta mortalidade deve-se a problemas de manejo e ao dimensionamento inadequado da densidade de estocagem e do tempo de cultivo.

O canibalismo parece ser a principal causa das mortes nesta fase do cultivo, mas outros fatores relacionados à qualidade de água são importantes, principalmente baixos teores de oxigênio dissolvido ou toxicidade por amônia. A temperatura da água, a alcalinidade, a dureza e o estado nutricional dos animais são fatores que também influenciam no crescimento das pós-larvas.

Apesar de *M. rosenbergii* ser uma espécie rústica, as doenças podem se tornar causa de mortalidade nessa fase, uma vez que o berçário primário é uma modalidade intensiva de cultivo. As doenças mais comuns, pelo menos no Sul do Brasil, são aquelas causadas por agentes oportunistas e não patogênicos obrigatórios, que se aproveitam das péssimas condições de cultivo e da suscetibilidade do hospedeiro.

Cohen *et al.* (1981) afirmam que após quatro semanas de cultivo já pode-se observar o efeito do crescimento heterogêneo individual. Este fenômeno é observado somente em machos e a variabilidade do tamanho dos animais na população começa a aumentar durante o berçário primário. Karplus *et al.* (1990) demonstraram que os machos são os primeiros a realizar a metamorfose e, em consequência disto, deslocam a curva de distribuição populacional para a direita.

A técnica de reversão sexual em camarões de água doce encontra-se ainda em fase inicial, sendo testada de maneira experimental em alguns cultivos comerciais. Essa técnica poderá abrir perspectivas de se obter populações 100% masculinas em

quantidades elevadas, o que permitiria um aumento na velocidade de crescimento das pós-larvas (Zimmermann & Fielder, 1993; Sagi *et al.*, 1995).

Uma vantagem das pequenas dimensões dos tanques utilizados na fase de bergário primário é a possibilidade de aquecer a água de cultivo. No Sul do Brasil, várias fazendas utilizam caldeiras, geralmente à lenha, para aumentar a temperatura da água nos meses mais frios do inverno. Como esse processo é caro, os produtores procuram manter apenas a temperatura necessária para garantir a sobrevivência e um pequeno crescimento dos juvenis. As tradicionais estufas plásticas utilizadas na agricultura têm sido empregadas com a finalidade de viabilizar a criação do camarão de água doce em regiões de baixa temperatura (Silva & Zanfelle, 1989) ou prolongar o período de cultivo (Rodrigues e Zimmermann, 1997).

Sandifer *et al.* (1986), estudando o efeito de longos períodos de baixa temperatura na fase de bergário primário, concluíram que temperaturas de até 18°C prejudicam o crescimento e sobrevivência na fase posterior. Segundo esses autores, a faixa de temperatura entre 20 e 27°C é adequada para a estocagem de pós-larvas até o povoamento do bergário secundário ou dos viveiros de crescimento final, devido à diminuição da variação de tamanho dos animais e aumento na sobrevivência.

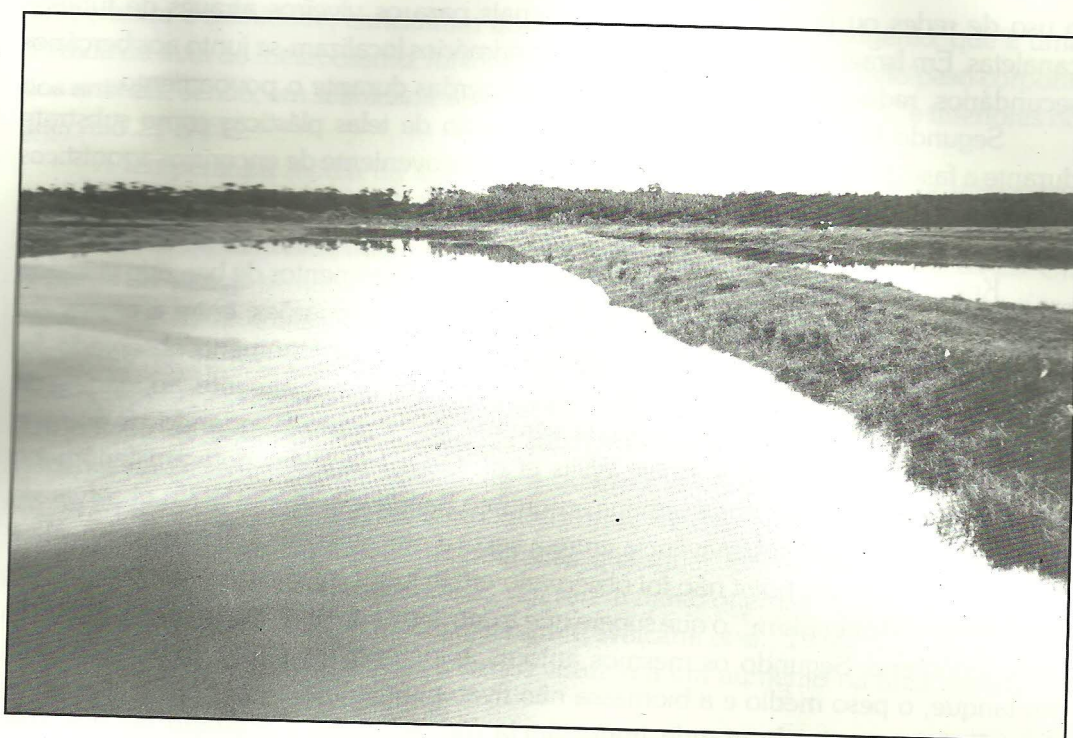
O momento da despesca do bergário primário dependerá do clima da região, estratégia de estocagem e manejo adotados pelo produtor. No Sul do Brasil, o fim desta fase é determinado quando a temperatura da água nos viveiros de crescimento final atinge 20°C. Em outras regiões, principalmente no Nordeste do Brasil, este varia de acordo com o cronograma de utilização e a disponibilidade dos viveiros maiores, uma vez que a temperatura não é fator limitante.

Segundo Borba *et al.* (1993), a rede de despesca utilizada na captura de juvenis deve apresentar malha de 3 mm. Após a captura, os indivíduos devem ser contados e transferidos para os bergários secundários ou para os viveiros de crescimento final. Alternativamente, podem ser colocados em tanques de 1 000 litros para a contagem e

Após o término de um cultivo, os tanques devem ser completamente esvaziados, procedendo-se, então, à desinfecção de suas superfícies com produtos à base de cloro ou pintura com cal virgem. Posteriormente, deverão permanecer secos por, no mínimo, 48 horas para evitar a permanência de agentes patogênicos de ciclos anteriores.

### 3. Bergário secundário

A fase de bergário secundário, também denominado bergário II, normalmente realiza-se em viveiros semelhantes aos de crescimento final com área entre 300 e 2000 m<sup>2</sup> (Figura 2). Estes podem ser cobertos para evitar predadores, principalmente as naidas de Odonata. De acordo com a estratégia de manejo, os viveiros são estocados com pós-larvas recém-metamorfoseadas ou juvenis I (provenientes de bergário primário), por um período de quatro a dez semanas, até atingirem de 0,8 a 1,5 g (média de 1,2 g).



**Figura 2 - Viveiro (0,2 ha) utilizado na fase de berçário secundário. Fazenda Duas Lagoas. Palmares do Sul - Rio Grande do Sul.**

A taxa de renovação da água dos viveiros normalmente situa-se entre 15 e 30% do seu volume por dia. A aeração suplementar, embora recomendada, raramente é utilizada. As taxas de estocagem mais comuns variam entre 75 juvenis/m<sup>2</sup> a 1 500 PL/m<sup>2</sup> (Rodrigues & Zimmermann, 1997). A elevada taxa de renovação de água, o uso de ração balanceada e de aeradores são fatores que permitem aumentar a densidade de estocagem durante essa fase.

Em parte da região Sudeste e no Sul do Brasil, esta fase realiza-se de agosto a novembro (Rodrigues *et al.*, 1991). Nas demais áreas do país, ela pode realizar-se ao longo do ano. Em regiões tropicais, com queda de temperatura no inverno, a maturação sexual dos camarões é adiantada e diminui a taxa de crescimento. Isso faz com que também nesses locais a fase de berçário secundário deva ser, de alguma forma, sincronizada com a fase de crescimento final, para que não se estoquem juvenis nos viveiros de crescimento em abril/maio, pois a diminuição de temperatura poderá induzir uma maturidade prematura e menor tamanho final dos indivíduos.

Segundo Samocha e Lawrence (1992), a estocagem dos animais deve realizar-se somente entre o 10º e 14º dia após o enchimento dos viveiros, permitindo que o pH e as produções primárias e secundárias já estejam naturalmente estabilizados. Por outro lado, Valenti (1996) afirma que o pH estabiliza-se rapidamente e que entre o 10º e o 14º dia os predadores e competidores já se estabeleceram nos viveiros; assim, sugere que estes devam ser povoados imediatamente após seu enchimento.

Recomenda-se que, durante a transferência de juvenis do berçário primário, os indivíduos sofram o mínimo possível de manipulação. Pode-se evitar

o uso de redes ou puçás, passando os animais para os viveiros através de tubos e canaletas. Em Israel, quase todos os bergários localizam-se junto aos bergários secundários, reduzindo, consideravelmente, as perdas durante o povoamento. Segundo Ra'anan *et al.* (1984), a colocação de telas plásticas como substrato durante a fase de bergário II reduziu o canibalismo proveniente de encontros agonísticos e provocou diminuição do tamanho médio dos animais, porém aumentou a sobrevivência e a biomassa nessa fase.

Kneale e Wang (1979) registraram em diversos experimentos de bergário primário e secundário um aumento na taxa de mortalidade dos camarões, entre a oitava e a nona semana após a metamorfose. Segundo os autores, o fenômeno observado foi denominado *break point* ou ponto de quebra e deve-se, principalmente, ao manejo de cultivo, durante a primeira ou segunda semana do bergário II, quando os animais pesavam entre 0,13 e 0,4 gramas. Willis *et al.* (1976) também notaram fenômeno semelhante durante a segunda semana, enquanto Sandifer e Smith (1975) observaram um rápido declínio na sobrevivência entre a sexta e oitava semana. Segundo Kneale e Wang (1979), o *break point* não foi observado em tanques ou viveiros com densidades inferiores a 600 animais/m<sup>2</sup>, o que sugere que a densidade afeta diretamente a incidência deste fenômeno. Segundo os mesmos autores, a temperatura, o número de habitats por tanque, o peso médio e a biomassa não tiveram influência.

Outro aspecto de grande importância que se torna acentuado no bergário secundário é o crescimento heterogêneo individual. A distribuição desigual de tamanho corporal dos juvenis de *M. rosenbergii* acentua-se durante o bergário secundário, quando as diversas estratégias de crescimento cultivadas em grupo, com indivíduos criados em isolamento em grupo mostraram diferenças com o aparecimento de animais de crescimento rápido, os *jumpers*. Estes representavam 15 a 20% dos indivíduos e cresceram 15 vezes mais que a média da população no período de até 60 dias após a metamorfose. Karpus *et al.* (1986; 1987), baseados no modelo natural de crescimento de populações, sugeriram a divisão da população de juvenis saídos do bergário em duas ou três frações, visando a uma produção mais rentável com a estocagem de animais de tamanho semelhante nos viveiros de crescimento. O fenômeno do crescimento diferenciado parece ter poucos componentes genéticos, uma vez que pode ser controlado por fatores sociais e do ambiente; possivelmente, esse é mais afetado pelas interações sociais e dominância, do que pelas diferenças genéticas no potencial de crescimento (Malecha *et al.*, 1984; Ra'anan & Cohen, 1983).

A temperatura é um dos fatores de maior influência no desempenho dos animais. Fugimura (1974) registrou que a temperatura ótima para o crescimento do *M. rosenbergii* é de 28 a 31°C, e que temperaturas inferiores a 19°C são letais para os juvenis. Apesar disso, Johnson (1967) *apud* Nelson *et al.* (1977) observou que, em ambiente natural, o *M. rosenbergii* não é encontrado em habitat com altas temperaturas, mas naqueles em torno de 24-25°C. Por outro lado, Kneale e Wang (1979) encontraram as melhores taxas de crescimento ao redor de 28°C, embora a sobrevivência dos camarões tenha sido 34% superior a 24°C. Vale acrescentar que a biomassa obtida nas duas temperaturas estudadas foi semelhante. Também Nelson *et al.* (1977), estudando a taxa de metabolismo de juvenis de *M. rosenbergii* em resposta a várias combinações de



temperatura e salinidade, concluíram que a taxa de consumo de oxigênio, que é uma medida da taxa de metabolismo, foi influenciada pela temperatura e pelo peso corporal dos animais, sendo, em salinidade zero, superiores no intervalo 20-27°C e inferiores no intervalo 27-34°C.

A temperatura média da água de cultivo na fase de berçário pode influenciar a distribuição de tamanho dos animais. Sandifer *et al.* (1986) encontraram uma variabilidade de tamanho bem menor em baixas temperaturas (18-20°C e 23-25°C). A partir da oitava semana do experimento, as temperaturas foram elevadas para 28-30°C, e os animais exibiram rápido crescimento, atingindo em seis semanas o mesmo tamanho e peso que os animais mantidos sempre entre 28-30°C. Essa recuperação na taxa de crescimento foi acompanhada por ampla variação na distribuição de tamanho. Os resultados sugerem que a distribuição de tamanho é influenciada pelas condições ambientais e quando as condições estão próximas ao ótimo, a curva de distribuição de tamanho torna-se mais ampla.

No Brasil, não costumam ser utilizadas quaisquer formas de aquecimento de água em viveiros de berçário secundário, por serem muito onerosas. Algumas tentativas com energia solar em nosso país fracassaram (Cavalcanti *et al.*, 1986). Também, não é comum a utilização dos substratos internos visando à um aumento na área superficial interna durante a fase de berçário II.

O canibalismo entre os camarões na fase de berçário secundário não significa, necessariamente, que o animal não esteja suprindo seu nível mínimo de requerimento nutricional, ou que esteja em estado de subnutrição. Peebles (1980) afirma que a competição é a principal causa das mortes entre os camarões, sendo que o comportamento agressivo é a causa primária do canibalismo. Logo, a mortalidade em cultivo é previsível e aceitável. A morte por comportamento canibalístico ocorre sob certas condições específicas: o atacante está em estado de muda C (período intermuda, com o exoesqueleto endurecido) e o animal sob ataque é menor ou está em estado de muda D<sub>3</sub> (em ecdise, trocando a carapaça) ou A (em pós-muda, exoesqueleto recém-iniciando o endurecimento). Nesse caso, o atacante sofre riscos mínimos e beneficia-se da eliminação de um competidor. O mesmo autor observou que os camarões nos estados de muda D<sub>3</sub> e A permaneciam na parte superficial dos viveiros, associados com a vegetação emergente, enquanto os animais em estágio de muda C encontravam-se nas áreas mais profundas, consideradas preferenciais.

Decorridos 30 dias após o povoamento poderão ser iniciadas as amostragens, com auxílio de puçás ou tarrafas, para determinar o peso médio dos camarões. A despesca deve ser realizada quando os animais atingirem 1,2 a 1,5 g. Estes são chamados juvenis II e são despescados com redes de malha 5 mm entre nós, ou pelo total esvaziamento do viveiro. Nesse caso, os juvenis são capturados na caixa de coleta com puçás ou cestos plásticos. O custo de produção dos juvenis II foi estimado em US \$ 34.00 por milheiro em experimento realizado por Faria e Valenti (1995).

O transporte dos juvenis II para o viveiro definitivo dá-se em caixas de polipropileno ou tanques preenchidos com a água do viveiro berçário com aeradores. Esses tanques de transporte são usados, principalmente, em cultivos de alta tecnologia e podem ser rebocados por tratores, com o aerador funcionando conectado à tomada-força do trator ou por caminhões com depósito/tanque adaptado com sistema de bombeamento e recirculação de água.

Ra'anan e Cohen (1983) propõem, antes do povoamento nos viveiros de crescimento final, a prática do **gradeamento** ou da separação por tamanho dos juvenis em dois a três grupos. Esse **manejo** aumenta a produtividade pela diminuição da competição nos viveiros de crescimento, uma vez que as diferenças de tamanho entre as populações são menores. Daniels e D'Abrahamo (1994) confirmaram o manejo, separando juvenis de 50 dias em cinco populações, sendo que aquela cujos indivíduos eram maiores produziu nos viveiros de crescimento final uma biomassa 43% superior a média, que obteve um preço final 73% superior às demais.

Após a transferência dos juvenis para os viveiros de crescimento final, deve-se efetuar uma **desinfecção** das superfícies do viveiro do berçário secundário com 1 Kg/m<sup>2</sup> de cal virgem aplicada a lanço, dificultando, assim, a permanência de patógenos remanescentes dos ciclos anteriores. No Equador, preconiza-se o uso de 50 a 1 000 Kg/ha de uréia para reduzir o excesso de matéria orgânica que permanece no solo dos berçários secundários (Daniels & Stern, 1990 *apud* Samocha Lawrence, 1992; Hirono, 1989). Deve-se também aplicar 100 mg/L de cloro nas poças residuais para eliminar quaisquer predadores remanescentes, inclusive seus ovos (Clifford, 1985 *apud* Samocha & Lawrence, 1992; Hirono, 1989; Villalon, 1991 *apud* Samocha & Lawrence, 1992).

#### 4. Sistema de berçários bifásicos

O sistema de berçários bifásicos começou a se desenvolver em Israel, no início da década de 80. Na primeira fase, pós-larvas recém-metamorfoseadas são estocadas por um período de 15 a 30 dias em tanques de fibra de vidro, alvenaria ou caixas de fibrocimento, com filtro biológico, aerção abundante e substratos artificiais. As densidades são bastante elevadas, variando de 1000 a 10000/m<sup>3</sup> (Cohen *et al.*, 1981; Ra'anan, 1983; Ra'anan & Cohen, 1984). Na fase seguinte, as pós-larvas, já submetidas ao regime de berçário I, são transferidas como pequenos juvenis aos viveiros de fundo natural, às vezes em estufas teladas, em densidades menores, que variam de 100 a 200/m<sup>2</sup>, por um período de 60 dias (Figura 3). Os primeiros dados de berçários bifásicos realizados em Israel mostraram-se promissores, com taxas de sobrevivência de 92% e 85% para as fases I e II, respectivamente. A produção de viveiros de crescimento estocados com juvenis provenientes desses berçários variou entre 4,0 a 4,5 t . ha<sup>-1</sup>. ciclo<sup>-1</sup>, após seis meses de cultivo (Cohen & Ra'anan, 1990). A utilização de berçários bifásicos em uma fazenda comercial no Nordeste do Brasil tem possibilitado maior controle nas fases de crescimento dos camarões, com produtividade em torno de 4,5 t . ha<sup>-1</sup> . ano<sup>-1</sup> (Silva & Alencar, 1990).

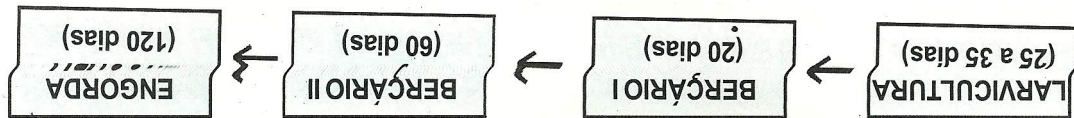


Figura 3 - Diagrama representando o cultivo de *M. rosenbergii*. Os números entre parênteses indicam a duração média das diversas fases do cultivo.

## 5. Manejo alimentar

Na Tabela 2 são apresentadas duas formulações de rações adequadas para a fase de berçário I. Sampaio (1995) recomenda o fornecimento de uma só refeição de ração ao dia, com grânulos variando entre 1,0 e 2,5 mm, em quantidade equivalente a 30% da biomassa de camarões contida no tanque.

**Tabela 2 - Duas rações utilizadas no CAUNESP, desenvolvidas por Sampaio (1995).**

| Ingredientes        | Ração PL-4<br>(%) | Ração RL-2<br>(%) |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| Farinha de carne    | 20,0              | 10,0              |
| Farinha de camarões | 10,0              | 10,0              |
| Farinha de peixe    | 25,0              | 25,0              |
| Farelo de milho     | 12,6              | 12,6              |
| Farelo de soja      | 25,0              | 25,0              |
| Farelo de trigo     | 5,0               | 11,0              |
| Leite em pó         | -                 | 4,0               |
| Agromix             | 2,0               | 2,0               |
| Sal iodado          | 0,4               | 0,4               |
|                     | 100,0             | 100,0             |

Como o berçário primário é realizado em pequenos volumes de água, o manejo dos alimentos e da alimentação poderá ser realizado de forma mais intensiva, utilizando-se alimentos mais caros e frescos. Valenti (1996) recomenda o fornecimento de 3 g de fígado bovino picado pela manhã e 3 g de ração balanceada à tarde para cada 1000 PL estocadas. Borba *et al.* (1993) distribuem quatro vezes ao dia alimento constituído de uma mistura de ovos, farinha de peixe, óleo de fígado de bacalhau, leite em pó, moluscos, gelatina e *spirulina* em pó; a mistura é cozida em banho-maria e passada em peneiras de inox, obtendo-se partículas firmes.

Cohen *et al.* (1981) e Ra'anán e Cohen (1982) descrevem o manejo da alimentação nos berçários em Israel: são oferecidos duas vezes ao dia 43% de peixes frescos moídos (tilápias), 46% de *Daphnia sp.* vivas e 11% de ração de carpas (25% de proteína bruta). Apesar de caro, esse manejo de alimentação proporciona relativa segurança de que os camarões tenham acesso aos nutrientes essenciais. Ao adotar o manejo anteriormente descrito, deve-se tomar muito cuidado com a renovação diária de água, que deve ser acima de 100% do volume, e com o possível acúmulo de sedimentos no fundo dos tanques, que pode aumentar a incidência de doenças e mortes.

Os requerimentos nutricionais para o crescimento inicial, de pós-larvas até juvenis, em berçário primário de águas claras foram estudados por Molina-Vozzo *et al.* (1995). Os melhores resultados de sobrevivência e ganho de peso foram obtidos nos intervalos resumidos na Tabela 3.

Na fase de bergário II, pode ser utilizada a ração seca pelotizada usada na fase de bergário I ou de crescimento final, parcialmente triturada, conforme a disponibilidade e custo. A quantidade pode variar de acordo com a temperatura da água; em termos práticos pode-se fornecer o equivalente a 15% da biomassa de camarões contida nos viveiros (Valenti, 1996).

**Tabela 3 - Requerimentos de nutrientes em fase de bergário secundário apresentada dos por Molina-Vozzo et al. (1995).**

| Análise aproximada |       |
|--------------------|-------|
| % do Peso seco     |       |
| Proteína bruta     | 40-50 |
| Fibra bruta        | 9-15  |
| Gordura bruta      | 4-5   |
| Cinzas             | 11-15 |

Os autores agradecem aos professores Erna Magalhães Leboutte (UFRGS), João Bosco Rozas Rodrigues (UFSC) e Wagner Cotroni Valenti (Unesp), que colaboraram com suas idéias na revisão crítica desse manuscrito.

### Referências bibliográficas

BORBA, F. A. M.; SILVA, J. N. C.; ALENCAR, A. F.; SILVA, A. N.; LIMA, R. W. S.; SOUZA, F. V. A. 1993. Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) no Brasil: da produção de pós-larvas à comercialização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4, CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1, João Pessoa, 1993. Anais... p. 197-215.

CAVALCANTI, L. B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. A. 1986. *Camarão: Manual de cultivo do Macrobrachium rosenbergii* (Fitu havaiano - gigante da Malásia). Aquaconsumt, Recife, 143 p.

COHEN, D. & BARNES, A. 1982. The *Macrobrachium* programme of the Hebrew University, Jerusalem. Pages 381-386. In: M. B. New (Editor). *Giant prawn farming*. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. 449p.

COHEN, D. & RAVANAN, Z. 1989. Intensive closed-cycle *Macrobrachium rosenbergii* hatchery: biofiltration and production strategy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 3, João Pessoa, 1989. Anais... p. 49-69.

## 8. SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA FASE DE CRESCIMENTO FINAL

Wagner Cotroni Valenti

### 1. Introdução

---

A produção de camarões para consumo como alimento humano tem sido denominada, no Brasil, engorda. Entretanto, esse termo não é adequado, principalmente porque o camarão não acumula gordura nesse período, mas ganha peso porque cresce. Assim, neste livro, a criação de pós-larvas ou juvenis até atingirem o tamanho adequado para a comercialização será chamada fase de crescimento final.

Neste capítulo, serão introduzidos conceitos básicos referentes a essa etapa, na qual o cultivo pode ser realizado em sistema extensivo, semi-intensivo ou intensivo. Os três sistemas serão definidos a seguir, adaptando-se para a carcinicultura de água doce os conceitos referentes ao cultivo de camarões peneídeos apresentados por Rosenberry (1994).

### 2. Caracterização dos sistemas de produção

---

Sistema extensivo é aquele praticado em corpos de água construídos de forma precária e sem tecnologia adequada ou mesmo edificadas para outras finalidades, como por exemplo: irrigação, produção de energia elétrica ou cultura de arroz. O povoamento é feito em baixas densidades, com pós-larvas, muitas vezes, capturadas na natureza. Não é realizado controle da qualidade da água, crescimento e mortalidade dos animais, nem é fornecida alimentação suplementar; a produtividade natural pode ser incrementada com a adubação orgânica. Os camarões são expostos à ação de predadores, competidores e outras adversidades do meio. Geralmente, é impossível esgotar, totalmente, esses corpos de água ou realizar arrastos no fundo e, desse modo, a despesca é difícil e pouco eficiente. Os custos de implantação e operação são muito baixos, porém a produtividade é inferior a 500 Kg/ha/ano. Esse sistema é praticado em alguns países da Ásia, sobretudo no Vietnã.

A ação do carcinicultor, geralmente, dá-se apenas nos povoamentos e capturas. Quando existe uma intervenção do criador, com a adição de subprodutos vegetais ou animais como alimento e algum manejo relacionado

ao controle da qualidade da água, o cultivo pode ser chamado semi-extensivo. A maioria dos autores, no entanto, não considera esse termo.

O sistema extensivo difere do extrativismo de espécies introduzidas em corpos de água porque o intervalo de tempo entre o povoamento e a despesca é curto e essas operações são realizadas dentro de um programa de produção. A exploração de *Macrobrychium amazonicum* nos açudes Orós, Jacurici, Araras e Cedro, localizados no Nordeste do Brasil é um bom exemplo do extrativismo. Essa espécie foi introduzida nesses ambientes em 1939, como forrageira para peixes carnívoros, e vem se reproduzindo até hoje, o que garante a manutenção das populações; a partir de 1958, passou a ser objeto da pesca pelas comunidades locais (Gurgel & Matos, 1984). Essa é uma atividade essencialmente pesqueira e não de aquicultura.

No sistema semi-intensivo são construídos viveiros, escavados no solo, com fundo e paredes laterais regulares, providos de entrada de água e escoamento individuais, cujo tamanho varia de 0,1 a 0,5 ha. O povoamento é realizado com pós-larvas ou juvenis com até três meses, em densidades que variam de 4 a 20 / m<sup>2</sup>. Realiza-se a fertilização e a alimentação é, basicamente, constituída por ração balanceada fornecida diariamente. Controlam-se os predadores e competidores e se estabelece um monitoramento da qualidade da água, da saúde e do crescimento dos animais. Os custos de implantação e produção variam de acordo com o local e o nível de tecnologia empregado; a produção varia de 500 a 4 500 Kg/ha/ano. Esse sistema é o mais empregado em todo o mundo, inclusive no Brasil.

No sistema intensivo são utilizados viveiros pequenos de até 0,2 ha, de fundo natural ou de alvenaria, providos de alta taxa de renovação de água para a eliminação de resíduos e aeração contínua. O povoamento é realizado com juvenis em densidade superior a 20 / m<sup>2</sup>. A produção depende totalmente da disponibilidade de ração adequada; a alimentação natural é desprezível e os animais devem ser alimentados com ração balanceada de alta qualidade, cuja composição deve suprir todas as necessidades nutricionais dos camarões e apresentar ótimo índice de conversão alimentar. Os predadores e competidores são eliminados; todos os parâmetros da água são rigorosamente controlados. Os custos de implantação são sempre elevados e a produtividade deve superar 5 000 Kg/ha/ano.

Esse sistema não se adapta bem às características comportamentais de *M. rosenbergii* e, até o presente, só é praticado em escala experimental. Algumas tentativas comerciais foram realizadas em Israel, Japão e Taiwan, com pouco êxito. Sistemas super-intensivos, realizados em *raceways* estão descartados para *M. rosenbergii*, considerando-se o nível de tecnologia disponível até o presente.

Dentro dos três sistemas apresentados, pode haver variações importantes e algumas delas serão discutidas a seguir.

Monocultivo é a criação realizada com objetivo de produzir uma única espécie. Assim, quando o criador planeja suas instalações e manejo, visando a produzir apenas *M. rosenbergii*, está realizando o monocultivo, mesmo que sejam capturados peixes ou outros crustáceos na despesca. Estes não foram introduzidos no viveiro, voluntariamente, pelo criador.

Policultivo é a criação de duas ou mais espécies em conjunto, introduzidas pelo criador num mesmo viveiro, com o objetivo de aumentar a biomassa produzida ou o lucro. Evidentemente, em todos os cultivos existem vários organismos convivendo no mesmo viveiro. Isto não caracteriza o policultivo; se apenas uma delas for objeto do interesse do produtor, será monocultivo. No policultivo, o manejo pode ser executado de modo a favorecer todas as espécies ou ser direcionado para a produção de uma espécie principal; nesse último caso, as espécies secundárias representam apenas uma receita adicional, gerada com investimento mínimo. O policultivo de *M. rosenbergii* com peixes é mais comum e o camarão pode ser a espécie principal ou a secundária. Esse assunto será detalhadamente discutido no capítulo 13.

Cultivo consorciado ou consórcio é a criação de organismos aquáticos em associação com animais terrestres. Quando o carcinicultor constrói viveiros associados a pocilgas, de modo que o esterco produzido seja dirigido diretamente para a água dos viveiros, está realizando o cultivo consorciado entre suínos e camarões.

Cultivo em tanques-rede é a criação realizada em gaiolas flutuantes confeccionadas em telas plásticas ou outro material resistente, posicionadas em açudes ou grandes viveiros. Essa modalidade é bastante promissora no Brasil, devido à existência de muitos reservatórios construídos para abastecimento ou geração de energia elétrica. No entanto, não existe, ainda, tecnologia adequada para o cultivo de *M. rosenbergii* nesse sistema. Estudos preliminares têm mostrado bons resultados apenas para a fase de berçário.

No cultivo semi-intensivo, pode-se estabelecer um manejo adequado, de modo a maximizar o aproveitamento das potencialidades naturais do ambiente e a tecnologia disponível. Adapta-se muito bem à realidade brasileira de grande disponibilidade de terra, mão-de-obra barata e pouco qualificada. Atualmente, esse sistema é o mais recomendado para a carcinicultura de água doce comercial. No entanto, apresenta um grau de complexidade elevado e grande parte dos profissionais que atuam na aqüicultura desconhecem suas particularidades e, por isso, consideram-no muito simples; desse modo, não exploram toda sua potencialidade. Assim, o sistema semi-intensivo será analisado a seguir, sob o prisma da carcinicultura.

### 3. Estrutura e funcionamento biológico dos viveiros em sistema semi-intensivo

Ecosistemas são biosistemas formados por um conjunto de componentes bióticos e abióticos que se inter-relacionam e se automantêm estáveis por certo período de tempo. Apresentam um fluxo de energia, responsável por seu funcionamento, uma estrutura trófica, uma ciclagem de materiais e uma estrutura biótica (Odum, 1985).

Um viveiro de produção de camarões de água doce funciona como um ecossistema aquático do biociclo dulcícola. Representa um ecossistema límnico bastante particular. Geralmente, apresenta renovação contínua de água e tem características

intermediárias entre ambientes léticos e líticos, sendo, nesse caso, chamado viveiro dinâmico. Por outro lado, os viveiros estáticos, isto é, sem renovação de água, apresentam apenas características de ambientes léticos.

Os principais condicionadores desse biossistema são os fatores climáticos (temperatura, luminosidade, vento e pluviosidade), os fatores edáficos representados principalmente pelo tipo e composição química do solo, as características químicas e biológicas da água de abastecimento e a espécie introduzida para o cultivo.

Quando um viveiro de fundo natural é enchido pela primeira vez, tem-se a transformação de um ecossistema terrestre em limnico. Inicia-se, então, um processo de sucessão ecológica, que pode ser heterotrófica ou autotrófica, dependendo da quantidade de matéria orgânica disponível inicialmente.

A sucessão é chamada autotrófica quando há predominância dos processos de produção primária e a energia luminosa é a principal fonte propulsora do desenvolvimento da comunidade biótica. Quando o evento inicia-se em um ambiente rico em matéria orgânica, que vem a constituir a principal fonte de energia, predominam os processos de decomposição e cadeias alimentares detriticas, a sucessão é dita heterotrófica (Odum, 1985).

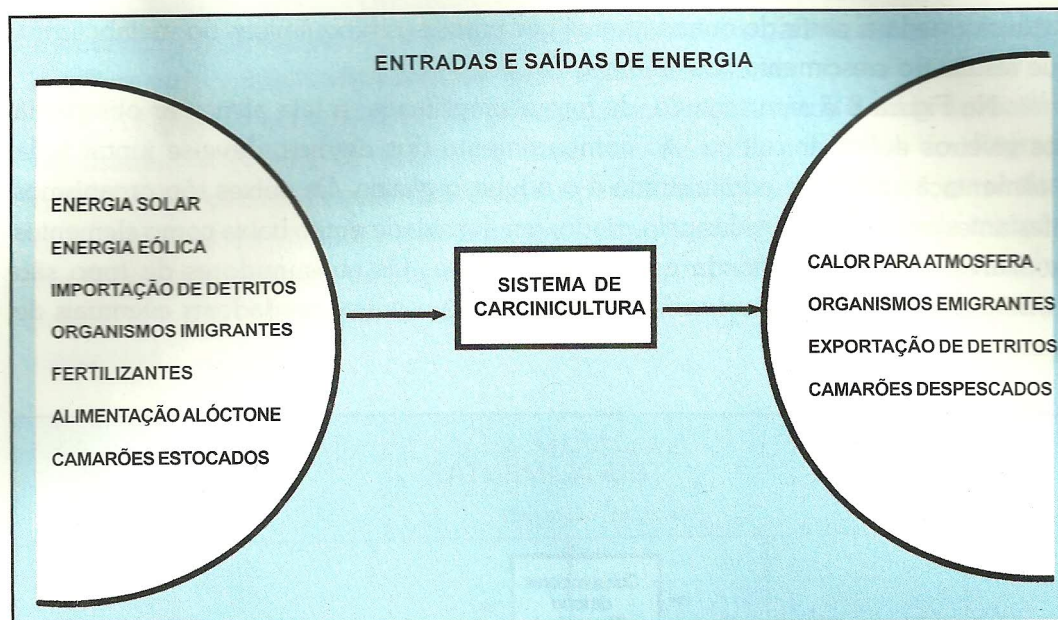
Os viveiros bem manejados, geralmente, recebem uma aplicação de adubo orgânico antes do enchimento, que funciona como fonte de energia para o estabelecimento dos estágios serais iniciais. Assim, a sucessão é tipicamente heterotrófica. Supondo que o tempo tenda para infinito, a matéria orgânica irá diminuir até acabar. Paralelamente, o fitoplâncton vai se desenvolvendo, estimulando pelos nutrientes provenientes da decomposição do adubo e passa a ser o principal elo energético do ecossistema. A sucessão passará, então, a autotrófica e prossegue com a mudança contínua da comunidade até atingir um clima estável. Esse processo, no entanto, é muito lento. Nem mesmo as grandes represas atingem uma comunidade climax pois acimatam-se antes.

Na realidade, a continuidade da adubação orgânica associada às sobras de alimentação alóctone (fornecida pelo criador) e resíduos carregados pela água de abastecimento garantem a manutenção do processo heterotrófico ao longo do cultivo. A aplicação exclusiva de fertilizante químico desde o preenchimento do viveiro pode conduzir o ecossistema a uma sucessão autotrófica.

A sucessão ecológica em ecossistemas limnicos é um processo lento e, portanto, as comunidades bióticas que se sucedem nos viveiros são estágios serais iniciais constituídos por espécies pioneiras. Assim, os viveiros de carnicultura são ecossistemas em estágio inicial de desenvolvimento e, portanto, apresentam alta produção líquida da comunidade, ciclos biogeoquímicos elementares e com baixa capacidade de retenção e conservação de nutrientes minerais, baixa diversidade biótica com espécies de ciclo de vida curto e estrategistas do "r" (espécies com desenvolvimento exponencial, que podem instalar-se e desaparecer do ecossistema rapidamente). Esses aspectos são relevantes para o manejo adequado do sistema.

Os viveiros de carnicultura são biossistemas pequenos e abertos. Quanto menores forem os ecossistemas, maiores são as trocas com o meio externo. A Figura 1 resume as entradas e saídas de energia do viveiro.





**Figura 1 - Entradas e saídas de energia no sistema de carcinicultura.**

A energia solar age, principalmente, condicionando a fotossíntese e a temperatura da água, que, por sua vez, atua diretamente na taxa metabólica dos organismos. Os ventos promovem a circulação da massa de água, quebrando estratificações, aumentando as trocas gasosas e produzindo ressuspensão de nutrientes depositados no fundo. Os detritos orgânicos chegam aos viveiros por meio da água de abastecimento e do ar (poeira, folhas etc).

Os organismos imigrantes são representados, principalmente, pelo fito e zooplâncton, peixes e larvas de insetos. Atingem os viveiros carregados pela água de abastecimento na forma de cistos, ovos, larvas, juvenis ou mesmo adultos. Também chegam pelo ar, como formas de dispersão que aderem ao corpo de aves aquáticas, redes etc. e como ovos de animais terrestres com larvas aquícolas, sobretudo insetos.

Os fertilizantes, a alimentação alóctone e os camarões são introduzidos nos viveiros pelo carcinicultor. Seus componentes são detalhados em capítulos específicos deste livro.

A exportação de detritos é realizada pela água de escoamento, que também carrega organismos, mas a emigração é constituída, principalmente, por insetos que passam para a fase adulta, transferindo-se para o ambiente aéreo.

Nos sistemas abertos, a acumulação de um produto em seu interior pode ser representada pela equação:

$$\text{Acumulação} = \text{Entradas} - \text{Saídas} + \text{Resultado de transformações}$$

Assim, a energia e também os materiais podem acumular-se no interior do viveiro no compartimento da biomassa dos organismos ou do depósito de detritos no fundo. O objetivo principal do cultivo é o acúmulo da energia na biomassa de camarões. Esta

é transformada a partir de outras formas por processos bioquímicos do metabolismo, que resulta no crescimento dos animais.

Na Figura 2 é representada, de forma simplificada, a teia alimentar observada nos viveiros de carcinicultura. Ao compartimento dos detritos, deve-se juntar toda a alimentação alóctone administrada e o adubo orgânico. Os peixes são organismos instantes ou são introduzidos pelo criador em densidade muito baixa como elementos auxiliares na manutenção da qualidade da água. Os consumidores de topo são constituídos pelos camarões na fase adulta, peixes e outros predadores eventuais de grande porte.

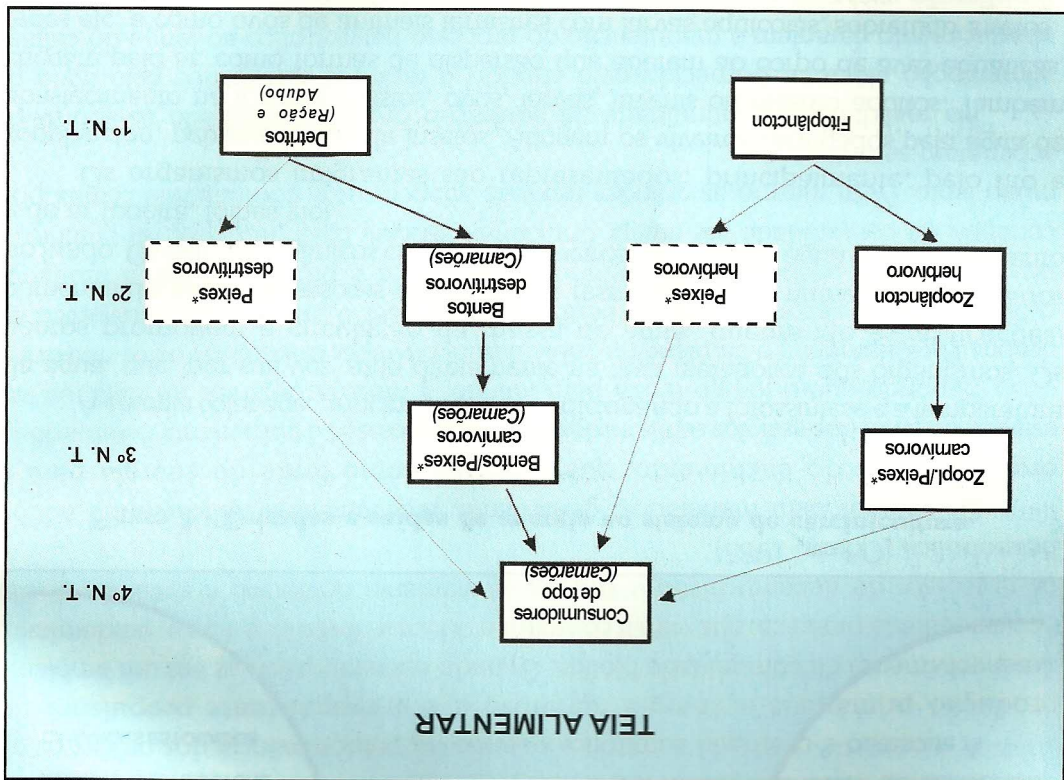


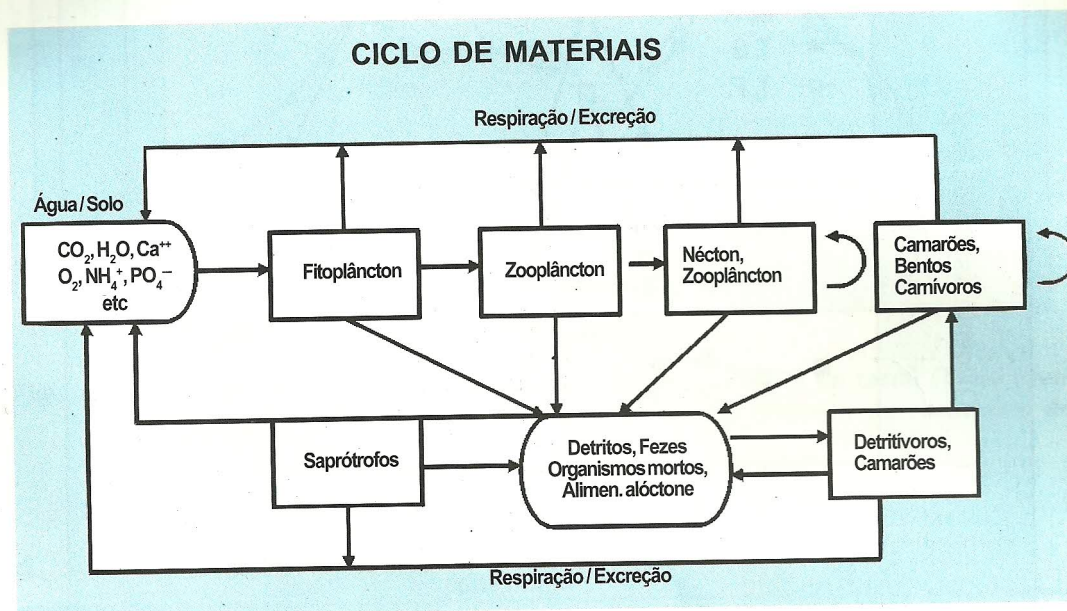
Figura 2 - Teia alimentar simplificada dos viveiros de carcinicultura\*. Os peixes são organismos instantes ou são introduzidos pelo criador em densidade muito baixa como elementos auxiliares na manutenção da qualidade da água (N.T. = nível trófico).

Existem cadeias alimentares de pastio e detriticas. Os camarões podem ocupar o 2º, 3º ou 4º nível trófico mas, geralmente, estão ligados às cadeias detriticas. Seu principal alimento autóctone são os invertibrados bentônicos (Valenti, 1990). Assim, os elementos das cadeias de pastio só estarão disponíveis aos camarões após a sua morte e incorporação ao compartimento dos detritos.

A energia luminosa e edifica, e a adição de adubos químicos atuam no fitoplâncton e, portanto, entram nas cadeias de pastio agindo, apenas, indiretamente sobre os camarões. Por outro lado, os adubos orgânicos são incorporados às cadeias de

detrítos com efeito direto sobre os camarões. Assim, as intervenções no sistema, visando a aumentar a produtividade devem ser direcionadas sempre para as cadeias alimentares detriticas com o desenvolvimento da comunidade bentônica.

A Figura 1 ilustra, também, as principais formas de entrada e saída de materiais no sistema de cultivo, devendo-se acrescentar, de ambos os lados do diagrama, os elementos minerais dissolvidos e em suspensão na água. Como esta, geralmente, circula através do viveiro, existe uma forte importação e exportação de materiais. Na Figura 3, a ciclagem de materiais nos vários compartimentos é representada de forma simplificada. Nota-se a importância dos elementos de fundo para os camarões.



**Figura 3 - Representação simplificada da ciclagem de materiais nos vários compartimentos do sistema de carcinicultura.**

A comunidade biótica dos viveiros é dividida em extratos espaciais ou funcionais, tais como zooplâncton, fitoplâncton, nécton, nêuston e bentos. Cada um deles desempenha um papel importante no funcionamento do sistema. O bentos e o fitoplâncton merecem destaque especial nos viveiros de carcinicultura.

O bentos é o extrato que contém os camarões e parcela significativa dos predadores e competidores. Os organismos bentônicos desempenham função importante nos processos de decomposição da matéria orgânica e como fonte de nutrientes indispensáveis ao bom desenvolvimento dos camarões. Existem evidências de que estes dependem, fundamentalmente, do alimento de origem autóctone (Stahl, 1979; Schröder, 1983; Valenti, 1990).

A importância do fitoplâncton está relacionada com o papel fundamental que desempenha no metabolismo da comunidade. A concentração de oxigênio dissolvido na água e o pH resultam de um balanço entre os processos de fotossíntese e respiração. Assim, esses parâmetros são extremamente influenciados pelo fitoplâncton e apresentam

uma estratificação espacial e temporal nos viveiros de carnicultura (Figuras 4 e 5). A estratificação espacial define uma zona trofônica, mais superficial, e uma zona trofítica, situada próxima ao fundo. A variação nictimeral desses dois parâmetros foi estudada por meio de modelos matemáticos por Piedrahita et al. (1984), revelando que, quando o fitoplâncton é muito elevado, o oxigênio pode atingir 14 mg/L no período da tarde e cair para valores próximos a zero, ao amanhecer.

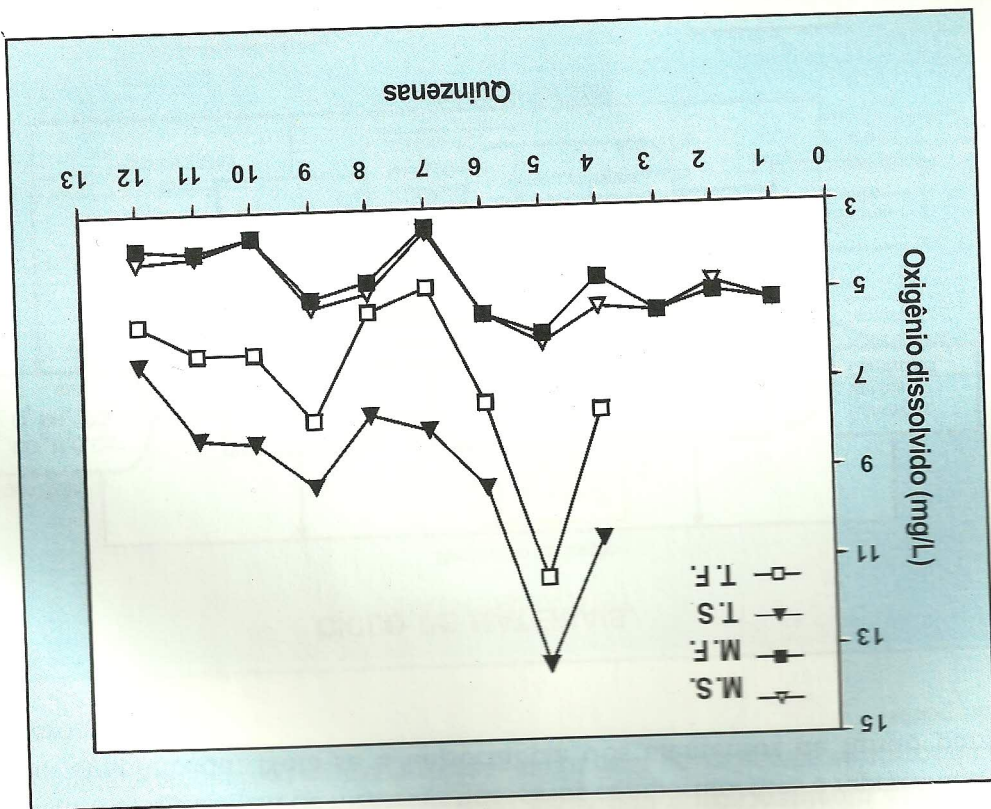


Figura 4 - Variação do oxigênio dissolvido na água no período da manhã (M) e da tarde (T) ao nível da superfície (S) e fundo (F), em viveiros de engorda de camarões de água doce (extraído de Valenti, 1989).

Os ecossistemas apresentam mecanismos de controle interno que mantêm a homeostase. Chama-se estabilidade de resistência a capacidade de um ecossistema resistir a perturbações e manter intactos sua estrutura e funcionamento, enquanto que estabilidade de elasticidade é a capacidade de recuperar-se após ser desequilibrado por perturbação (Odum, 1985). Como os viveiros são estágios serais iniciais, apresentam sempre baixa estabilidade de resistência, porque os mecanismos de retroalimentação e substituição são ainda imperfeitos. Por outro lado, a estabilidade de elasticidade é alta. Desse modo, os biossistemas de engorda de camarões de água doce são bastante suscetíveis a perturbações, alterando facilmente sua estrutura e funcionamento, mas têm grande capacidade de recuperação.

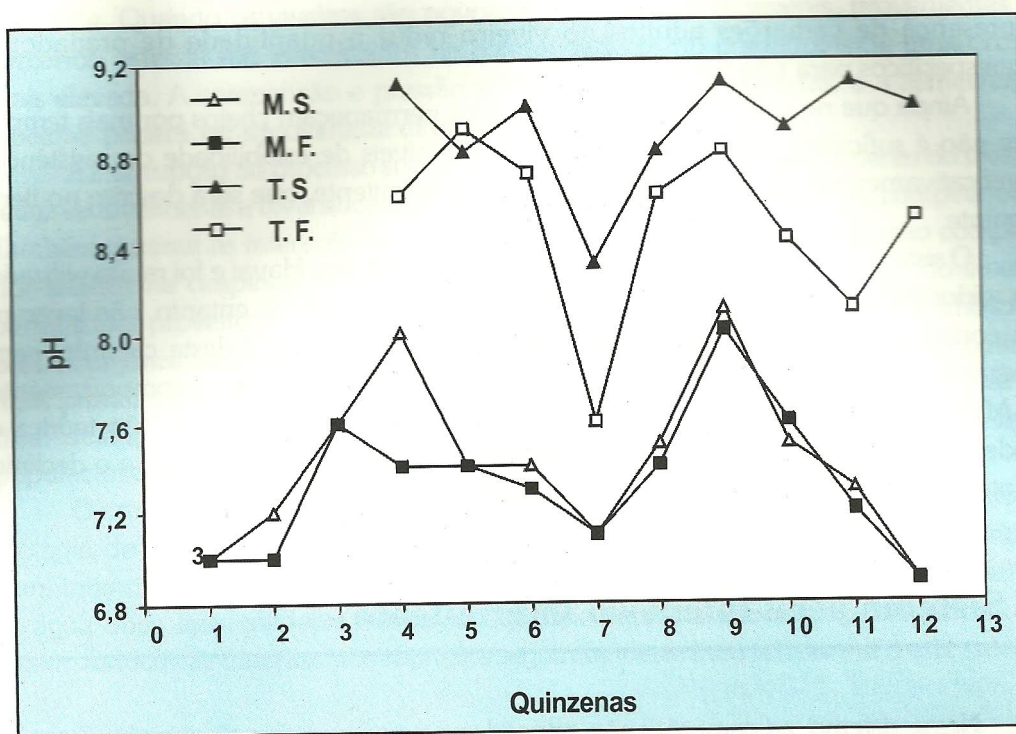


Figura 5 - Variação do pH da água no período da manhã (M) e da tarde (T) ao nível da superfície (S) e fundo (F), em viveiros de engorda de camarões de água doce (extraído de Valenti, 1989).

#### 4. Sistema semi-intensivo contínuo

Nesse sistema, os viveiros são encheidos e lotes de pós-larvas são introduzidos periodicamente. A cada mês, é passada uma rede de arrasto para retirar os camarões que já atingiram o tamanho comercial. O cultivo contínuo possibilita o fornecimento de camarões o ano todo e de tamanho uniforme, determinado de acordo com a malha da rede, mesmo que se disponha de poucos viveiros.

Nesse modo de cultivo, os viveiros permanecem cheios por longo tempo, o que permite um avanço do processo de sucessão e maior desenvolvimento e diversificação das comunidades bióticas. A interação entre os componentes da comunidade será mais intensa. Haverá maior competição e incremento nos consumidores de ordens superiores, elevando a predação. Aumentam as possibilidades de instalação de espécies mais adaptadas do que os camarões às condições de cultivo.

Os arrastos necessários para a realização das despescas seletivas funcionam como um fator de estresse periódico e constante. Como a estabilidade de elasticidade é alta, a recuperação da comunidade é rápida. As despescas imperfeitas e o maior tempo de permanência dos camarões no interior do viveiro incrementam as interações intra-específicas entre eles, com vários efeitos negativos ao cultivo, destacando-se o canibalismo e a inibição do crescimento devido à estrutura social. Por outro lado,

a presença de camarões adultos no viveiro reduz a quantidade de predadores inter específicos para pós-larvas e juvenis.

Ainda que no sistema contínuo os viveiros permanecem cheios por mais tempo, este não é suficiente para que a sucessão atinja níveis de estabilidade de resistência significativamente mais altos do que no cultivo intermitente, que será descrito no item seguinte.

O sistema semi-intensivo contínuo no Havaí e foi muito utilizado em vários países do mundo (Malecha, 1983). Seus criadores, no entanto, não levaram em consideração as informações ecológicas descritas no item 2 deste capítulo, nem possuíam dados mais concretos referentes à estrutura populacional e comportamento de *M. rosenbergii* (capítulo 2). Assim, esse sistema, que em sua concepção teórica é inadequado, foi responsável pela falência de grande número de fazendas e o declínio da atividade no Havaí (Malecha, 1988), Brasil e outros países.

## 5. Sistema semi-intensivo intermitente

Nesse sistema, os camarões são estocados apenas no início da criação. Quando a maioria dos animais atinge o tamanho comercial, os viveiros são esvaziados e todos os camarões são coletados e comercializados. A seguir, reinicia-se a operação. Despesas seletivas intermediárias devem ser realizadas para retirar os camarões que atingiram o tamanho comercial precocemente, os machos dominantes e as fêmeas maduras. O cultivo intermitente é muito utilizado em locais onde as condições climáticas não são adequadas o ano todo, existindo períodos de seca e/ou baixas temperaturas, como no Nordeste e Sul do Brasil. Nesses casos, a criação é realizada na época propícia e, após a despesca, os viveiros permanecem vazios até a chegada da próxima estação climática favorável.

Nesse tipo de cultivo, a sucessão ecológica ocorre em curto período, pois o esvaziamento do viveiro, por ocasião da despesca final, funciona como um fator ecológico catastrófico, truncando o desenvolvimento do ecossistema. Quando o viveiro é enchido novamente para outro povoamento, reinicia-se o processo sucessional. Assim, as comunidades presentes serão sempre estágios serais bem iniciais, com poucas interações entre os indivíduos, alta produção líquida da comunidade e poucos consumidores de ordens elevadas. A estabilidade de resistência será muito baixa, mas isso é compensado pela alta elasticidade de estabilidade.

Quando os viveiros são povoados com pós-larvas recém-metamorfoseadas, os camarões passarão por uma fase inicial de intensa competição e pressão de predação. A alimentação alóctone será utilizada mais pelos outros organismos detritívoros do que pelos próprios camarões, pois estes, geralmente, podem suprir suas necessidades a partir do alimento natural. Essa alimentação fornecida pelo criador, no entanto, irá incrementar as populações de organismos da fauna bentônica com benefício para o cultivo. Decorridos dois a três meses do povoamento, praticamente todo o bentos, inclusive os competidores e predadores iniciais, tornam-se presas e alimento de ótima qualidade para os camarões, que se transformam nos grandes consumidores do

ambiente. Quando os viveiros são povoados com camarões juvenis, provenientes de berçários, estes já são introduzidos na comunidade como predadores de uma ordem mais elevada. A competição e pressão de predação serão reduzidas, e a alimentação alóctone poderá ser aproveitada diretamente pelos camarões.

A interrupção do processo sucessional anualmente, com o esvaziamento do viveiro, reduz sensivelmente a diversificação e o desenvolvimento de predadores e competidores. Também diminui as interações intra-específicas negativas devido à remoção completa dos adultos na despesca total. O povoamento, logo após o enchimento do viveiro, permite tirar proveito do “efeito da chegada” no processo de colonização do ambiente, pois os organismos que se instalam primeiro têm mais chances de sucesso competitivo num primeiro momento; em regiões sujeitas a uma estação fria, deve-se povoar ao final desta, pois a elevação da temperatura é acompanhada pelo crescimento populacional de várias espécies indesejáveis.

O embasamento teórico descrito neste capítulo, associado ao conhecimento da biologia de *M. rosenbergii* e técnicas básicas de aquicultura, indicam que o sistema semi-intensivo intermitente é o mais adequado para a produção comercial de camarões de água doce. Isso realmente tem se verificado na prática nos diversos países produtores. Assim, as técnicas descritas nos capítulos seguintes deste livro referem-se a este sistema.

## 6. Níveis tecnológicos do sistema semi-intensivo intermitente

---

O sistema semi-intensivo intermitente pode ser implementado com diversas variações, de acordo com o nível tecnológico empregado, o qual deve ser adequado às características locais da fazenda e aos objetivos do empreendimento.

Nos cultivos com baixa tecnologia, o povoamento dos viveiros é realizado com pós-larvas recém-metamorfoseadas (povoamento direto), em baixas densidades, que variam de 4 a 10 indivíduos por m<sup>2</sup>. O manejo alimentar é imperfeito e são fornecidas rações de baixo custo; o controle da qualidade da água é pequeno e rudimentar. Apenas um ciclo anual de produção é realizado e a produtividade varia entre 500 e 1 500 Kg/ha/ano.

Nos cultivos com média tecnologia, as pós-larvas recém-metamorfoseadas são pré-estocadas em tanques ou viveiros berçários, e o povoamento dos viveiros de crescimento é realizado com juvenis, em baixas densidades, que variam de 4 a 10 indivíduos por m<sup>2</sup>. O manejo alimentar é adequado com o uso de rações balanceadas, de acordo com as informações disponíveis sobre estabilidade e exigências nutricionais. O controle da qualidade da água é mais eficiente. Podem ser realizados até dois ciclos anuais de produção e a produtividade varia entre 1 500 e 2 500 Kg/ha/ano.

Os cultivos com alta tecnologia só podem ser realizados em regiões sem limitações climáticas, onde a temperatura e a disponibilidade de água permitam a criação o ano todo. Existe um pré-cultivo bifásico, isto é, os camarões passam por duas fases de berçário antes de serem estocados nos viveiros de crescimento. O povoamento é realizado com juvenis em média ou alta densidade, que varia de 12 a 20 indivíduos por m<sup>2</sup>. O manejo alimentar é adequado, com o uso de rações de boa qualidade, balanceadas

de acordo com as informações disponíveis sobre estabilidade e exigências nutricionais. Sistemas de aeração artificial são utilizados e existe um rigoroso controle da qualidade da água, com monitoramento contínuo dos principais parâmetros. São praticados três ciclos de produção anuais e a produtividade varia entre 3 000 e 4 500 Kg/ha/ano. Deve-se destacar que nenhum dos três níveis apresentados pode ser considerado melhor. A escolha deve considerar os recursos disponíveis, tais como condições climáticas, disponibilidade de água, ração e outros insumos, qualificação da mão-de-obra, capital a ser investido, entre outros. Na prática, o cultivo com alta tecnologia ainda não demonstrou sua viabilidade econômica, enquanto que o cultivo de baixa tecnologia certamente é viável e lucrativo, se conduzido dentro dos padrões adequados. Um erro muito comum que tem levado fazendas ao insucesso é justamente a realização de gastos desnecessários em cultivos de baixa tecnologia, como, por exemplo, a utilização de uma ração de excelente qualidade, mas muito cara, ou o uso de aeradores. Para obter sucesso, deve haver um planejamento harmonioso de cada um dos aspectos da atividade, pois os fatores que condicionam a produtividade atuam de modo sinérgico. Isto, geralmente, só é conseguido com o auxílio de um profissional especializado.

## Referências bibliográficas

- GURGEL, J.J.S. & MATOS M.O.M. 1984. Sobre a criação extensiva do camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) nos agudes públicos do nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3, São Carlos, 1984. Anais...p. 295-311.
- MALECHA, S. R. 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. p. 231-259. In: McVEY J.P. MOORE & J. R. (Editors) *Crustacean Aquaculture*. Boca Raton: CRC Press (CRC Handbook of Mariculture v. 1).
- . 1988. Recent advances in the production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. In: CONGRESS AQUACULTURE INTERNATIONAL, 1, Vancouver, 1988. *Proceedings*... p.583-591.
- ODUM, E.P. 1985. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Interamericana. 434 p.
- PIEDRAHITA, R.H.; BRUNE, D.E.; TCHOBANOGLOUS, G.; ORLOB, G.T. 1984. A general model of the aquaculture pond ecosystem. *Journal of the World Mariculture Society*, 15:355-66.
- ROSENBERG, B. 1994. World Shrimp Farming 1994. San Diego, *Shrimp News International*. 68p.
- SCHROEDER, G.L. 1983. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by delta C analysis. *Aquaculture*, 35:29-42.
- STAHL, M. S. 1979. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.*, 10: 92-109.



## 9. SELEÇÃO DE ÁREA E CONSTRUÇÃO DE VIVEIROS

Eudes de Souza Correia &  
Lourinaldo Barreto Cavalcanti

### 1. Introdução

---

Vários aspectos devem ser considerados na seleção de uma área para a produção de camarões para consumo (fase de crescimento final). Estes relacionam-se tanto com o funcionamento e administração geral do cultivo, quanto com a construção dos viveiros. Embora os camarões possam ser estocados em diferentes tipos de corpos de água, no sistema semi-intensivo, geralmente, são utilizados viveiros escavados no próprio terreno ou construídos com diques e aterramento. Esse assunto foi previamente focado por New e Singholka (1982), Valenti (1985) e Cavalcanti *et al.* (1986).

### 2. Seleção de área

---

#### 2.1. Clima

O *M. rosenbergii* é um camarão nativo da região Indo-Pacífica, que vive nas proximidades da linha equatorial e alcança seu melhor desenvolvimento em águas tropicais, com temperaturas variando entre 25 e 31°C. A espécie pode suportar valores mais baixos, porém a taxa de crescimento é afetada. Temperaturas inferiores a 15°C podem causar mortalidade total nos cultivos.

O regime de chuvas, bem como a taxa de evaporação diária são elementos importantes na determinação do balanço hídrico e devem ser levados em consideração, quando se calcula o volume de água a ser utilizado. Baixos índices pluviométricos podem acarretar deficiências na manutenção do fluxo de água nos viveiros, enquanto que o excesso de chuvas pode causar problemas ligados à ecologia dos mesmos e provocar enchentes, afetando as atividades na fazenda.

Outros fatores climáticos devem ser observados, como, por exemplo, o vento, que ativa a oxigenação da massa d'água e a insolação, que aquece a água e incrementa a atividade fotossintética.

## 2.2. Topografia

Os terrenos mais propícios para implantação de viveiros devem ser relativamente planos, com inclinação ao redor de 2%, a fim de evitar maiores deslocamentos de terra na construção dos mesmos. A pequena inclinação facilita também os trabalhos de abastecimento e drenagem dos viveiros. Áreas planas sujeitas à inundação devem ser evitadas.

## 2.3. Solo

Para a construção de viveiros, recomenda-se a utilização de solos com baixo índice de permeabilidade. Três tipos são propícios à construção de viveiros, sob o ponto de vista granulométrico, em função de suas propriedades de retenção de água: argilosos, silico-argilosos ou aqueles constituídos por uma mistura de areia, argila, silte e matéria orgânica. Os solos arenosos podem ser utilizados eventualmente, porém requerem uma impermeabilização com argila, o que implica elevados custos de construção.

O solo também deve ser analisado sob o ponto de vista químico e de fertilidade. É importante não apresentar pH muito baixo (<4,5), principalmente os solos sulfatados, nos quais estão sempre presentes altas concentrações de ferro solúvel, magnésio e alumínio, que podem afetar, principalmente, o crescimento dos camarões. Para se determinar as características do solo - granulometria (física), química e fertilidade - devem-se analisar amostras coletadas em diversos pontos da área que se deseja utilizar, em profundidades de 30, 60 e 100 cm.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros básicos de composição do solo, recomendados por Brock (1979), para construção de viveiros.

Tabela 1 - Parâmetros químicos recomendados para solos de viveiros.

| ELEMENTOS  | CONCENTRAÇÃO (ppm) | ELEMENTOS        | CONCENTRAÇÃO (ppm) |
|------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Na         | 10                 | SiO <sub>2</sub> | 5 - 20             |
| K          | 0,1 - 1,0          | HCO <sub>3</sub> | > 70               |
| Ca         | 10 - 50            | PO <sub>4</sub>  | 0,05               |
| Mg         | 1 - 4              | SO <sub>4</sub>  | > 20               |
| Pesticidas | ausência           | inseticidas      | ausência           |

Fonte: Brock (1979).

## 2.4. Água

Do ponto de vista biológico, a característica mais importante num cultivo é aquela relacionada com o suprimento de água. A quantidade e a qualidade da água determinam o nível de produção do sistema de cultivo.

A quantidade de água num viveiro dinâmico é um dos fatores que determinam a biomassa de camarões que poderá ser mantida por unidade de área e, conseqüentemente, a produtividade. Normalmente, a disponibilidade de água exigida é de 8 a 16 m<sup>3</sup>/hectare/hora, variando, principalmente, em função da evaporação e da possível infiltração.

A água pode ser captada de manancial subterrâneo - poço artesiano - ou de superfície - rios, riachos, nascentes, represas, e outras fontes. As várias alternativas devem ser analisadas em relação às suas vantagens e desvantagens.

Algumas regiões apresentam grandes reservas de água subterrânea, mas podem estar localizadas em grandes profundidades, com alto custo de exploração. Essa água pode, também, conter altos valores de salinidade e/ou dureza total, inviabilizando o seu uso. Mesmo assim, a alternativa do uso de poços é válida, devendo-se, no entanto, atentar para a análise das características físicas e químicas da água, determinação de vazão e custos, que geralmente são elevados.

Algumas áreas são privilegiadas por possuírem grandes volumes de água de superfície. No entanto, seu uso requer estudo de viabilidade. Por exemplo, rios que estão situados ou cortam áreas agrícolas, industriais ou cidades podem apresentar problemas de poluição e/ou contaminação.

A Tabela 2 apresenta os parâmetros básicos para água de abastecimento de viveiros de cultivo, de acordo com Brock (1979). Esses dados devem ser analisados com cautela, porque estudos específicos sobre os efeitos dos parâmetros da água sobre os camarões são escassos na literatura científica.

**Tabela 2 - Parâmetros físicos-químicos recomendados para água de abastecimento de viveiros.**

| ELEMENTOS        | CONCENTRAÇÃO<br>(ppm) | ELEMENTOS | CONCENTRAÇÃO<br>(ppm) |
|------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| Na               | 30                    | Fe        | < 0,02                |
| K                | 2                     | Mn        | < 0,02                |
| Mg               | 10                    | Cu        | < 0,02                |
| Ca               | 12                    | Pb        | < 0,02                |
| Cl               | 40                    | As        | < 0,02                |
| SiO <sub>2</sub> | 12                    | Se        | < 0,02                |
| Dureza total     | < 120                 | Cr        | < 0,01                |
| pH               | 6 - 8                 |           |                       |

Fonte: Brock (1979).

## 2.5. Infra-estrutura básica

As vias de acesso desempenham um papel preponderante numa fazenda de cultivo, pois agilizam o escoamento da produção para o mercado ou para a unidade de processamento, que tem de ser efetuado da forma mais rápida possível. Além disso, facilitam o transporte constante de pós-larvas e de alimentos.

A energia elétrica, dependendo da dimensão do empreendimento, é importante, porém, não essencial. No caso de um pequeno empreendimento que não possua unidade de processamento e o abastecimento dos viveiros seja feito por gravidade, ela é dispensável. Em determinados casos, pode-se optar pelo uso de um grupo gerador. No caso de empreendimentos que utilizam o sistema de cultivo semi-intensivo de alta tecnologia (capítulo 8), ela é imprescindível, visto que há necessidade de projetar uma malha elétrica pelos diques dos viveiros, a fim de acionar os aeradores.

A disponibilidade de mão-de-obra local também é fator importante para operação de uma fazenda. Empreendimentos médios e grandes devem manter uma equipe técnica própria, de aproximadamente um empregado por hectare, composta de gerente, técnicos especializados, pessoal administrativo e de apoio. Os de pequeno porte necessitam apenas de uma pessoa para cada dois hectares e assistência técnica periódica. Durante as operações de despesca, no entanto, será necessária a contratação temporária de quatro ou cinco pessoas.

### 3. Implantação dos viveiros

De um modo geral, os viveiros usados na carcinicultura de água doce são similares aqueles usados na piscicultura. Podem ser utilizados viveiros bergários (Bergário II) e viveiros de engorda (Crescimento). Algumas características dependem do nível de tecnologia empregado no sistema semi-intensivo.

#### 3.1. Leilante dos viveiros

A distribuição dos viveiros numa determinada área é feita levando-se em consideração a configuração topográfica do terreno, a direção do vento e a forma de distribuição e drenagem da água. A construção deve ser efetuada de forma a promover o máximo aproveitamento da área com o menor deslocamento de terra possível.

A distribuição e drenagem da água devem ser otimizadas, visando ao baixo custo de inversão, pelo uso do menor número possível de linhas de tubulação ou menor tamanho linear de canalatas. Os viveiros devem ser construídos de forma que o vento sopra sempre em direção contrária às comportas, evitando, assim, que haja acúmulo de lama nas proximidades da drenagem, alterando as condições do meio. Por outro lado, o vento muito forte provoca agitação da água e induz à erosão dos taludes.

#### 3.2. Dimensões

Observações realizadas tanto em fazendas experimentais como comerciais têm demonstrado que os camarões jovens e recém-mudados ocupam, preferencialmente,

as partes laterais inclinadas dos viveiros (taludes), enquanto que os adultos escolhem áreas mais fundas. Seu posicionamento territorial é função de sua idade e estágio de muda. Assim, seguindo esta tendência comportamental, os viveiros que apresentam melhores resultados são os de forma retangular, com inclinação interna nos taludes. Essa forma facilita também as despesca, feitas com redes seletivas, arrastadas longitudinalmente no viveiro.

Levando-se em conta dois fatores críticos no gerenciamento de uma fazenda, isto é, seu controle técnico e econômico, um viveiro para o cultivo de *M. rosenbergii* na fase de crescimento/engorda deve ter, no máximo, um espelho d'água de 5000m<sup>2</sup> (0,5 ha), com dimensões básicas de 125,0 x 40,0m, correspondendo a uma relação comprimento: largura de 3 a 4:1. Esse tamanho é adotado nas grandes fazendas para facilitar a administração, entretanto, fazendas menores podem utilizar viveiros com áreas de 2000 (80 x 25 m) a 3000 m<sup>2</sup> (100 x 30 m). A redução do tamanho facilita o manejo do cultivo (Figura 1).

Os viveiros usados para a fase de Berçário II podem ter tamanhos variados. O importante é possuírem áreas compatíveis com a fase seguinte, ou seja, terem capacidade de produzir juvenis de acordo com a necessidade dos viveiros de crescimento/final. Assim sendo, podem possuir áreas de 200 (20 x 10m), 1000 (50 x 20m) ou até mesmo 2000 m<sup>2</sup> (80 x 25m). A relação comprimento:largura pode ser menor (2 a 3:1). Nas regiões Sul e Sudeste, os viveiros com 1000 a 2000 m<sup>2</sup> são mais utilizados devido à estrutura fundiária formada por pequenas propriedades.

A profundidade média de um viveiro, a contar da superfície da água, deve ser de 1,1 a 1,5 m, sendo de 0,8 a 1,2 m na entrada d'água, e de 1,2 a 1,8 m na saída, dependendo do clima da região. Viveiros profundos têm mais estabilidade térmica, mas tornam o manejo difícil, principalmente por ocasião da despesca. Assim, em regiões com clima favorável, deve-se optar pelas menores dimensões anteriormente citadas. O fundo deve ser plano, bem compactado e apresentar uma inclinação longitudinal da ordem de 0,5%, no sentido da drenagem.

Os diques, que delimitam e dão forma ao viveiro, são, normalmente, construídos com material oriundo da própria escavação. Os principais precisam ter largura de crista de 3 a 4 metros, para permitir o tráfego de veículos, tanto em fazendas de grande porte quanto nas de pequeno. Os secundários, geralmente, apresentam largura de 2 metros ou menos, sendo que, em fazendas onde o manejo de cultivo é altamente mecanizado, esta dimensão deve ser igual (3 a 4 m), tanto para os principais quanto para os secundários.

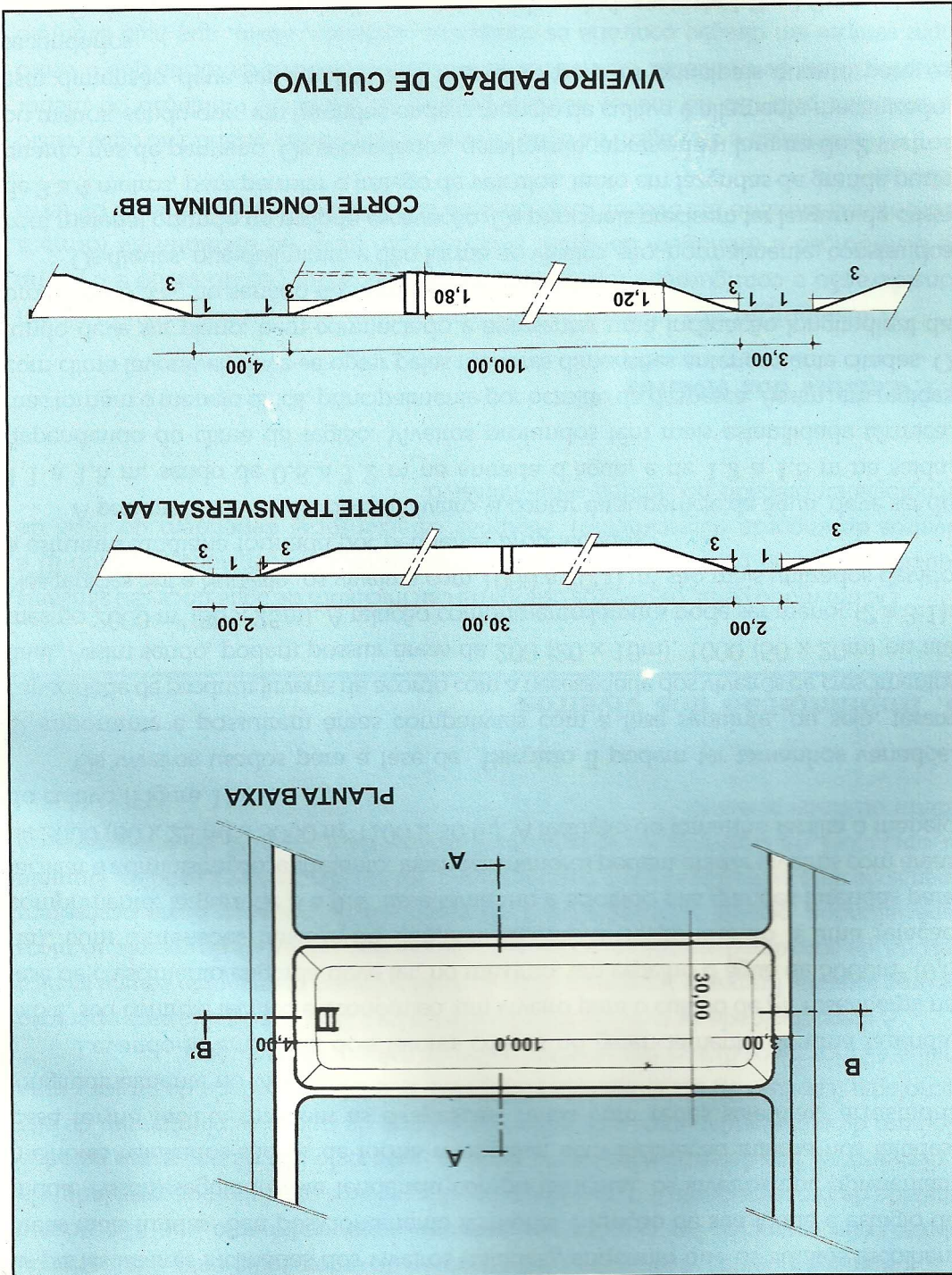
É recomendável que a inclinação interna dos taludes seja de 1:2 a 1:3 e a externa de 1:1,5 a 1:2, dependendo do tipo de solo. O bordo livre é a região entre a superfície de água e a crista; deve medir cerca de 0,4m (distância vertical).

Toda a área das cristas e bordo livre deve ser coberta por grama ou capim para proteção contra a erosão. Além do mais, esta vegetação abriga insetos e outros animais que servem de alimento para os camarões e protegem os juvenis e adultos recém-mudados. Deve-se evitar que a mesma estenda-se excessivamente para dentro dos viveiros, pois pode prejudicar as operações de despesca.

A forma de distribuição de água para os viveiros é de grande importância, pois deve permitir o abastecimento de cada um, independentemente dos demais. Não é

### 3.3. Abastecimento de água

Figura 1 - Planta baixa e cortes de um viveiro de carnicultura.



recomendável que a mesma água seja usada para mais de um ambiente. O sistema de distribuição mais econômico é aquele feito por gravidade, através de tubos ou canais abertos, no entanto, isso depende da topografia. O ponto de abastecimento deve ser colocado na parte mais rasa do viveiro e diametralmente oposto à drenagem. A altura do abastecimento deve ser correspondente a, no mínimo, 1/3 da altura da lâmina d'água, ou seja, próximo de 0,4 m, que é a altura do bordo livre. De qualquer forma, o sistema deve ser dimensionado para permitir a manutenção constante do nível dos viveiros e o controle do fluxo pode ser feito através de válvulas, tampões, tabiques de madeira ou *stop-logs*.

### 3.4. Drenagem

A drenagem nos sistemas de cultivo é feita por gravidade e, nesse caso, faz-se uso de comportas tipo monge (Figura 2). Essas estruturas são construídas em alvenaria sobre base de 0,30m em concreto. A parte superior à base tem as dimensões de 0,80 x 0,84 x 1,80m. O tubo de drenagem da comporta deve possuir um diâmetro de 200mm para viveiros de até 3000m<sup>2</sup>.

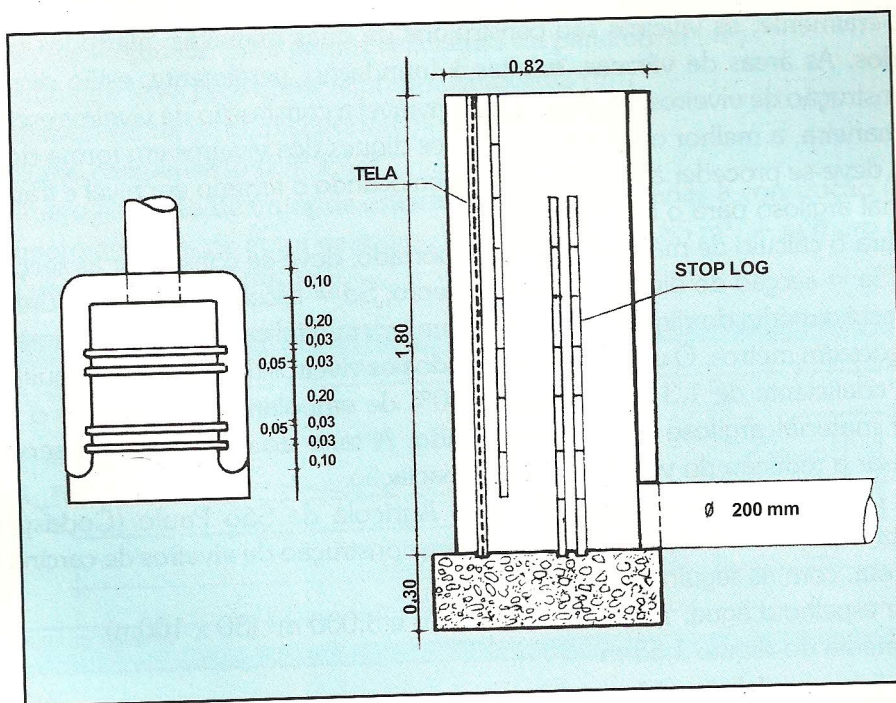


Figura 2 - Modelo de comporta tipo monge.

As paredes laterais devem apresentar quatro ranhuras. Na primeira, é colocada uma armação de tela para evitar a fuga dos animais no momento da drenagem. Nas demais, são colocadas pranchas de madeira de, aproximadamente, 20cm de altura, encaixadas umas às outras. A segunda ranhura, deve ficar a 20-30cm do solo para permitir a retirada de água de fundo. A função das comportas é controlar o nível da água nos viveiros e a saída da mesma quando é feita a drenagem.

Algumas fazendas adotam o uso de um platô de drenagem, que corresponde a uma base de concreto construída na frente do monge, na forma de uma calçada de  $20\text{m}^2$  ( $4,0 \times 5,0\text{m}$ ). Tal aparato contribui para evitar o acúmulo de lama nas imediações do monge quando da despesca total.

Outra opção para drenagem é a utilização de uma tubulação de escoamento que atravessa a parede do dique. Na extremidade externa, é rosqueada uma curva fixada a um tubo na vertical, que responderá à altura da água desejada no viveiro. O controle do nível será feito mediante movimentação do tubo para baixo ou para cima.

Para o escoamento, deve-se utilizar canais abertos. Estes, no entanto, ocupam uma área adicional e requerem constante manutenção. É válido usar, como alternativa, tubulações subterrâneas centrais, instaladas sob os diques, e dimensionadas para o máximo volume de descarga desejado. Porém, elas podem causar sérios problemas em caso de entupimento.

### 3.5. Movimento de terra

Geralmente, os viveiros são construídos de duas maneiras: aterrados ou semi-escavados. As áreas de várzeas, sujeitas à inundação, geralmente, estão disponíveis para construção de viveiros. Nessas áreas é inviável a construção de viveiros escavados.

Dessa maneira, a melhor opção é construir os diques dos viveiros em forma de aterro, ou seja, deve-se proceder à limpeza da área colocando o terreno em nível e transportar o material argiloso para o local dos viveiros.

Para o cálculo de material a ser transportado, deve-se considerar as seções dos diques (Sa = seção do dique de abastecimento; Sd = seção do dique de drenagem; Sm = seção média do dique longitudinal) em  $\text{m}^2$ , multiplicado pelo comprimento das três seções em metros. O volume total de todos os viveiros deve ser ainda multiplicado por um coeficiente de 1,3 (considerando 30% de empolamento), para ter o volume total de material argiloso a ser transportado. A taxa de empolamento serve para compensar a redução do volume pela compactação.

A Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (Codasp/1994) apresenta cálculos de movimento de terra para construção de viveiros de carnicultura em encosta, com as seguintes especificações:

- área de espelho d'água:  $1.200\text{ m}^2$  ( $20 \times 60\text{m}$ ) e  $3.000\text{ m}^2$  ( $30 \times 100\text{m}$ )
- altura média do dique: 1,55 m
- taludes internos: 1,5:1 e 3:1
- taludes externos: 1,5:1
- coluna média de água: 1,25 m
- bordo livre: 0,30 m.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros de construção de um viveiro com área de  $3000\text{ m}^2$  de espelho d'água (Figura 3), com as seguintes características:

- taludes: 3:1 (internos) e 1,5:1 (externos)
- capacidade:  $3.175\text{ m}^3$
- dimensões da plataforma:  $33,70 \times 112,01\text{ m}$
- volume de terra do dique:  $1.075\text{ m}^3$  (aterro).



Rendimentos considerados:

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| Trator de esteiras.....             | 46 m <sup>3</sup> /h.  |
| Trator de rodas com raspadeira..... | 118 m <sup>3</sup> /h. |

**Tabela 3 - Parâmetros para construção de viveiros conforme a Figura 3.**

| C1 (%) | C2 (m) | C3 (m <sup>2</sup> ) | C4 (m <sup>3</sup> ) | C5 (m <sup>3</sup> ) | C6 (m <sup>3</sup> ) | C7 (h) | C8 (h) |
|--------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|--------|
| 2,5    | 34,96  | 3,60                 | 404                  | 1479                 | 2115                 | 46     | 18+18  |
| 5,0    | 37,24  | 7,66                 | 858                  | 1933                 | 2765                 | 61     | 24+24  |
| 7,5    | 39,87  | 12,28                | 1376                 | 2451                 | 3505                 | 77     | 30+30  |
| 10,0   | 42,96  | 17,58                | 1970                 | 3045                 | 4355                 | 95     | 37+37  |

Fonte: Codasp (1994), modificado.

C1 - declividade média do terreno (%)

C2 - largura da faixa do terreno necessária (m)

C3 - área da secção de corte para nivelamento da plataforma (m<sup>2</sup>)

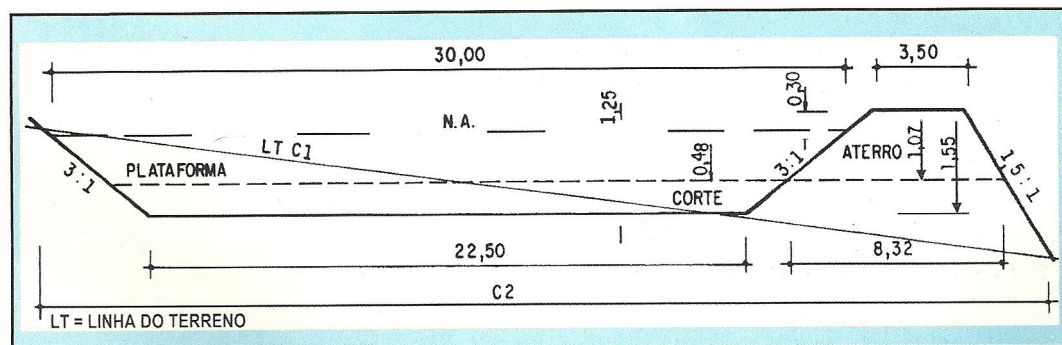
C4 - volume de terra para construção da plataforma (m<sup>3</sup>)

C5 - volume total de terra: plataforma + dique (m<sup>3</sup>)

C6 - volume compensado ( $f = 1,43$ )

C7 - número de horas de trator de esteiras (86 HP) necessárias à construção (h)

C8 - número de horas de trator de rodas com raspadeira (3,85 m<sup>3</sup>) + número de horas de trator de esteiras (86 HP).



**Figura 3 - Serviço de terraplanagem durante a construção de viveiros.**

Em áreas planas e elevadas, onde não existe risco de enchentes, recomenda-se a construção de viveiros **semi-escavados**, retirando-se apenas o material necessário à formação dos diques (Figura 4). Deve-se ter o cuidado de evitar sobras de material.

A dimensão da escavação varia de acordo com a área dos viveiros e o volume dos diques que o circundam. Em termos médios, a quantidade de material dos diques equivale a uma remoção de aproximadamente **30-40 cm do solo**. Entretanto,

convém efetuar um cálculo para cada situação a fim de obter um valor próximo da realidade. Para isso, procura-se compatibilizar o volume dos diques a ser repostos com o volume das áreas dos viveiros.

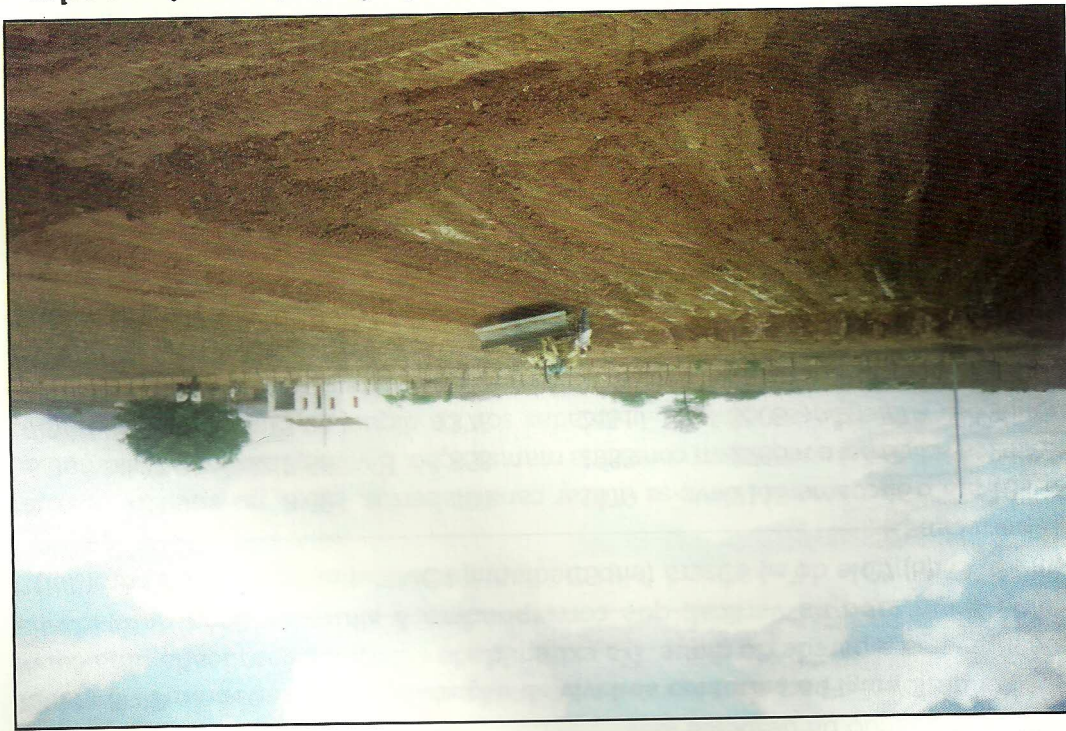


Figura 4 - Preparação de terreno para a construção de viveiros semi-escavados.

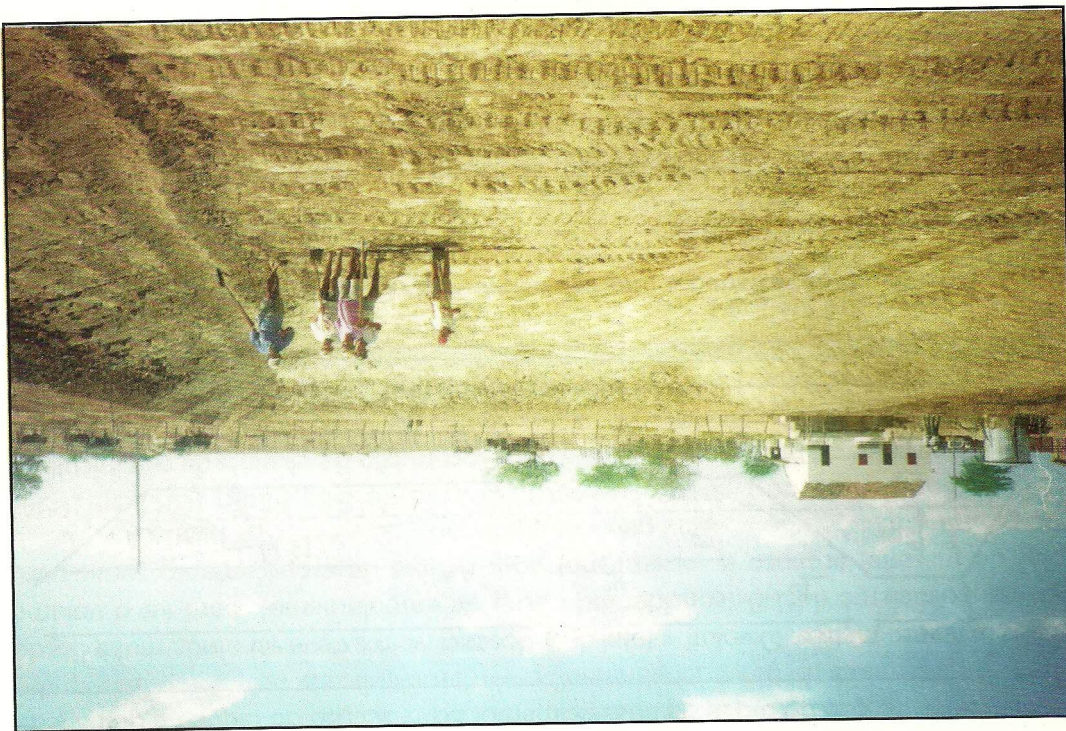


Figura 5 - Acabamento dos taludes e fundo realizado manualmente.

Após a limpeza da área, sistematização do solo e definição dos limites de cada viveiro, o material argiloso deve ser colocado na área demarcada e compactado em camadas sucessivas de 20 a 30 cm, com o próprio trator de esteira ou com rolo do tipo "pé de carneiro", seguido de rolo liso. O acabamento pode ser feito com equipamentos manuais (Figura 5).

#### **4. Instalações e equipamentos auxiliares**

---

Além dos viveiros, complementam a estrutura de uma fazenda outras construções, como, por exemplo, escritório, alojamento, depósito de materiais e cerca de proteção. Por outro lado, é necessária a existência de equipamentos, como medidor de oxigênio, de pH e de transparência, que permitam o controle das condições físicas, químicas e biológicas dos viveiros. O uso de veículos também é primordial para tornar possível o transporte de matéria-prima e produto das despensas.

Como medida de segurança, é conveniente que todo o perímetro da fazenda seja protegido por uma cerca, para evitar a ação nociva de animais e eventuais furtos. A utilização de cães, como reforços de vigilância, pode produzir resultados bastante satisfatórios.

#### **5. Custos de implantação**

---

O custo de implantação de uma fazenda de camarão é muito variável, pois depende de muitos fatores, tais como, nível tecnológico do sistema, condições físicas (topografia, fonte de água, etc), infra-estrutura local, entre outros. O custo de implantação de um hectare de viveiros varia de US\$ 15.000 a 30.000. Na realidade, trata-se de um custo que abrange a construção dos viveiros, instalações, aquisição de equipamentos e materiais diversos, incluindo redes de despesca. Entretanto, um levantamento realizado em 1989 pela Comissão Interministerial de Apoio ao Desenvolvimento da Carcinicultura no Norde e Nordeste (Ciadcn, 1989) registrou valores para implantação de um hectare de viveiros variando de US\$ 3.000 a 66.000. O menor valor referiu-se à implantação de viveiros onde o produtor conseguiu a máquina emprestada, pagando apenas o combustível e mão-de-obra. O maior valor referiu-se ao custo médio por hectare de um empreendimento em sistema semi-intensivo de alta tecnologia, no qual se incluem viveiros, rede elétrica, laboratório de larvicultura, unidade de processamento, fábrica de ração, equipamentos (aeradores mecânicos, medidores de oxigênio, pH, nutrientes, etc) e veículos, entre outros itens.

A Tabela 4 mostra, de forma aproximada, os custos que envolvem uma fazenda de 5 hectares de viveiros.

Tabela 4 - Valores aproximados dos custos de implantação de uma fazenda com 5 ha de viveiros.

| DISCRIMINAÇÃO   |  | VALOR US\$ 1,00 |
|---|--|-----------------|
| <b>1. Investimentos fixos</b>   |  |                 |
| 1.1. Obras civis: escavação, compactação, sistemas de abastecimento e drenagem etc.                   |  | 50.000          |
| 1.2. Máquinas, aparelhos e equipamentos: medidores pH, O <sub>2</sub> , redes de pesca, balanças etc. |  | 8.000           |
| 1.3. Veículos (tipo pick-up)  |  | 15.000          |
| 1.4. Móveis e utensílios  |  | 1.000           |
| 1.5. Diversos   |  | 2.000           |
| <b>2. Investimentos financeiros</b>   |  | <b>20.000</b>   |
| 2.1. Capital de giro para o 1º semestre de operação   |  | 20.000          |
| <b>3. Outras despesas</b>   |  |                 |
| 3.1. Elaboração de projeto  |  | 3.000           |
| 3.2. Despesas de implantação  |  | 2.000           |
| <b>Total</b>  |  | <b>101.000</b>  |

## Referências bibliográficas

- BROCK, J. A. 1979. Diseases considerations in *Macrobrachium rosenbergii* culture. Honolulu : Freshwater Prawn Farming Workshop. 21 p.
- CAVALCANTI, L. B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. A. 1986. *Camarão: Manual de Cultivo do Macrobrachium rosenbergii*. Recife, Aquaconsult. 143 p.
- CIADCNN, 1989. (Comissão Intermunicipal de Apoio ao Desenvolvimento da Carcinicultura no Norte e Nordeste). *Estudo Setorial para o Levantamento dos Recursos de Ciência e da Tecnologia na Área de Carcinicultura*. Brasília: Programa Nacional de Irrigação, 163 p (Relatório mimeografado).
- CODASP, 1994. *Manual Técnico de Motomecanização Agrícola*. São Paulo: Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo, 101p.
- NEW, M.B. & SINGHOLKA, S. 1982. Freshwater prawn farming: a manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fish. Tech. Pap. Rome* (225): 116p.
- VALENTI, W.C. 1985. *Cultivo de Camarões de Água Doce*. São Paulo, Nobel. 82p.

## 10. MANEJO DA FASE DE CRESCIMENTO FINAL

*Sergio Zimmermann*

### 1. Introdução

---

A fase de crescimento final é o período no qual pós-larvas ou juvenis são estocados em viveiros até a despesca final (abate). Erroneamente, é denominada “engorda”, pois o objetivo não é incrementar os depósitos de gordura dos camarões. A maior parte dos carcinicultores brasileiros realizam somente essa fase em sua propriedade, adquirindo pós-larvas ou juvenis de outros produtores especializados.

Os produtores não consideram essa fase tecnicamente complicada e não se mostram muito interessados em inovações ou melhoramento das práticas de manejo. Para a maioria, os eventuais insucessos estão relacionados à falta de uma ração comercial específica. No entanto, o manejo incorreto nesta fase levou grande número de carcinicultores a desistir da criação de camarões nos últimos anos. O sistema de cultivo mais adequado na fase de crescimento final, atualmente, é o semi-intensivo em seus três níveis tecnológicos (capítulo 8). O presente capítulo analisará o manejo neste sistema.

### 2. Transporte de pós-larvas (PL) e juvenis

---

Após a metamorfose, as pós-larvas são aclimatadas em água doce, podendo permanecer em tanques de adaptação por alguns dias. A seguir, são transportadas para os berçários (primário ou secundário) ou são diretamente estocadas nos viveiros de crescimento final.

O sucesso no transporte de PL e juvenis está diretamente relacionado ao seu estado prévio. As perdas poderão ser grandes, uma vez que, além da situação do estresse de manejo, os animais jovens realizam mudas muito mais freqüentes que os adultos, morrendo pela predação, canibalismo ou esmagamento. Recomenda-se o mínimo de manipulação, evitando o uso de redes e puçás.

Para pequenos deslocamentos, 750 pós-larvas por litro de água poderão ser transportadas em tanques com aeração. Os sacos plásticos de 60 litros, com 10 a 12 litros de água e inflados com oxigênio têm capacidade para armazenar 300 pós-larvas por litro, durante 12 horas, ou 100 pós-larvas por litro por 36-48 horas (New, 1995). No Brasil, esses sacos são freqüentemente

enchidos com 12 litros d'água e 3.000 PL. Os sacos de transporte inflados e bem vedados são colocados no interior de caixas isolantes (de isopor ou de papelão) para que a temperatura de transporte seja mantida constante, preferencialmente, ao redor de 20°C. Alguns larvicultores acrescentam sal na água de transporte. New (1995) relata que o hidróxi-metil-aminometano e a clonopiltionita também poderão ser utilizados na água de transporte, respectivamente como tamponante e absorvente da amônia produzida pelos animais. O mesmo autor cita trabalho de Vadhyar *et al.* (1992), em que se reduziu a mortalidade de PL de 10 a 15 dias até zero, pela introdução de substratos de palha plástica de 10 a 15 mm em *containers*, onde 100 e 200 PL/L foram mantidas por 72 e 24 horas, respectivamente.

O transporte de juvenis é bem menos comum, pois apresenta um custo elevado. No Brasil é, geralmente, feito em tanques ou bambonas de 200 litros, equipados com difusores de ar ou oxigênio e folhas de coqueiro como substrato, a uma densidade de 5 a 10 juvenis com 1,5 g/L durante 12 a 36 horas, respectivamente. Smith e Wannamaker (1983) examinaram diversas técnicas de transporte de juvenis e adultos. Concluíram que, tanto juvenis com cerca de 0,3 g, provenientes de bergário primário, quanto animais de até 6,0 gramas, podem permanecer em transporte de 24 a 48 horas a uma razão de 12 a 15 g/L e 9 a 11 g/L, respectivamente. No planejamento do período de transporte, é muito importante considerar os imprevistos e o tempo gasto na aclimação dos animais.

### 3. Estocagem

O povoamento dos viveiros de crescimento final pode ser realizado com PL (0,01 g) ou juvenis (0,3 a 1,2 g), conforme o nível de tecnologia empregado. Os animais a serem estocados devem passar por uma adaptação ao viveiro. Os sacos plásticos contendo os camarões devem permanecer boiando durante 15 a 30 minutos nos viveiros, até que as temperaturas se igualem. Os sacos são, então, abertos e, lentamente (15 a 30 minutos), coloca-se cerca de 20 litros de água do viveiro no interior do saco, para que os animais não sofram choque por diferença entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água do viveiro e a dos sacos. Os juvenis transportados em tanques são adaptados pela lenta renovação da água de transporte com águas do viveiro de crescimento final. Valenti (1996) recomenda que os camarões sejam libertados no viveiro somente quando a diferença de temperatura seja inferior a 1°C, e de pH inferior a 0,5 unidades.

Malecha (1991) sugere o uso de pequenas gaiolas com 30 x 30 x 30 cm, imersas no viveiro, para avaliar a mortalidade 72 horas após a estocagem e estimar a densidade real. Gaiolas também podem ser utilizadas como estruturas de pré-estocagem, substituindo os tanques bergários. Angell (1992) concluiu que PL com 32 dias de idade, estocadas em gaiolas flutuantes, produziram maior biomassa em uma densidade de 20 ou 50/m<sup>2</sup> e melhor crescimento e sobrevivência em 10/m<sup>2</sup>.

Apesar de existir uma ampla gama de opções de estocagem (dependendo do tipo de cultivo — contínuo ou intermitente — e do nível de tecnologia praticado), na maior parte das vezes são colocadas 5-18 PL/m<sup>2</sup> (média de 10/m<sup>2</sup>). Valenti (1989) concluiu que, no Estado de São Paulo, 4 ind./m<sup>2</sup> maximizaram o lucro, enquanto que,

8 ind./m<sup>2</sup> maximizaram a produção, mas reduziram o lucro, e que 12 ou mais ind./m<sup>2</sup> tornaram o cultivo deficitário. Fazendas nordestinas, operando em sistema semi-intensivo de alta tecnologia, realizam três ciclos/ano com altas taxas de estocagem (10-14 juvenis/m<sup>2</sup>), limitando a fase de crescimento final a quatro meses; produzem animais menores (17-25 g) (Borba *et al.*, 1993). As densidades de estocagem elevadas aumentam a produtividade (até 4500 Kg/ha/ano), porém diminuem o tamanho médio e a sobrevivência dos animais.

Zimmermann e Raupp (1992) estocaram pós-larvas (0,013 g) em densidades que variavam de 8-22/m<sup>2</sup> e juvenis (0,80 g) 6 ou 8/m<sup>2</sup> em viveiros de cinco locais do Sul do Brasil (Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina). Após cinco meses de cultivo, foram obtidos 1.150 Kg/ha a partir de PL e 755-985 Kg/ha a partir de juvenis. Concluíram que produtividades da ordem de 1.500-2.000 Kg/ha/ano podem ser obtidas durante os sete meses da estação de crescimento, desde que o manejo seja melhorado. A biomassa mais elevada foi obtida na densidade de 22 PL/m<sup>2</sup>, porém o melhor peso médio veio dos viveiros com 8 juvenis/m<sup>2</sup>.

Deve-se destacar que as densidades de estocagem devem ser compatíveis com o nível de tecnologia empregado no cultivo (capítulo 8) e com o tamanho final dos camarões que se deseja obter nas despescas.

A época mais adequada para o povoamento depende do mercado consumidor e das características climáticas da região. A temperatura para um ótimo crescimento dos camarões está entre 29-31°C; temperaturas inferiores a 14°C e superiores a 35°C são letais, e entre 18-22°C praticamente paralisam o crescimento (New, 1995). Avault (1986) encontrou 13°C como temperatura letal e 18°C para o *M. rosenbergii* demonstrar crescimento mínimo. Assim, no Sul e parte do Sudeste do Brasil, o povoamento dos viveiros se dá na primavera. Nas demais regiões, pode ser realizado praticamente o ano todo.

Em Alagoas, em clima tropical, Ra'anan *et al.* (1990) examinaram os resultados de 20 ciclos de produção em viveiros de 0,5 ha em uma fazenda comercial. Encontraram uma correlação significativa entre o peso médio dos camarões na colheita e a época em que foram estocados. Os camarões que entraram no "inverno nordestino" (temperatura da água dos viveiros desceu a 25°C no mês de julho) com 7 g continuaram a crescer, porém lentamente durante esse período. Quando a temperatura aumentou nos meses seguintes, os animais tiveram seu crescimento apressado e finalizaram o ciclo com as 30 g esperadas. Os animais que entraram no inverno com 12,5 g, também diminuíram sua taxa de crescimento e se tornaram sexualmente maduros, não retomando o crescimento quando a temperatura aumentou, atingindo um peso médio de colheita de 25 g. Já os animais que entraram no mês de julho com 22 g diminuíram a velocidade de crescimento e foram colhidos ao final do inverno com 30 g. Nas temperaturas mais baixas do inverno nordestino, os juvenis maiores desviaram a energia do crescimento somático para a maturação das gônadas, ainda com tamanho reduzido. Constataram também que somente 5-10% dos machos atingiram essa maturação prematura: portanto, a paralisação no crescimento das fêmeas afetou mais a produção do que o dos machos.

### 3.1. Separação por tamanho antes da estocagem

O crescimento dos camarões de água doce é desuniforme (capítulos 2 e 6). Por esse motivo, a estocagem de juvenis selecionados por tamanho é importante, levando

a aumento significativo na produção. Diversos processos podem ser utilizados para separar os camarões por tamanho, sendo o mais comum o gradeamento. Este é feito em cubas com grades ou grelhas de seleção com regulagens para diferentes aberturas. Os animais são colocados no interior de uma cuba submersa na água e o operador vai regulando (aumentando) a abertura das grelhas, permitindo a saída dos animais menores no primeiro tanque e dividindo os diversos grupos de animais conforme o número de tanques disponíveis.

Ra'anan e Cohen (1983) propõem, antes do povoamento nos viveiros de crescimento, a prática do gradeamento dos juvenis em dois a três grupos. Esse manejo, segundo os autores, aumentou a produtividade pela diminuição da competição nos viveiros de crescimento, uma vez que as diferenças de tamanho entre as populações são menores. Daniels e D'Abrahamo (1994) confirmaram o manejo, separando juvenis de 50 dias em cinco populações, sendo que aquela cujos indivíduos eram maiores, produziu uma biomassa 43% superior à média e obteve um preço final 73% superior às demais.

O procedimento de separação dos juvenis por tamanho é uma das maneiras de diminuir a variação de tamanho na despesca final (Karpilus *et al.*, 1986; 1987). Uma vez que as diferenças começam a se manifestar durante o berçário primário, os juvenis a serem estocados em berçário secundário podem ser divididos com redes de diferentes malhas em duas populações (Karpilus *et al.*, 1986), que ficariam diferentes períodos de tempo nessa fase até atingirem o mesmo tamanho médio. Os juvenis provenientes das populações já segregadas no berçário secundário seriam, da mesma forma, divididas em três subpopulações para estocagem em viveiros de crescimento (Karpilus *et al.*, 1987), já permanecendo até atingir o tamanho comercial, que levaria mais tempo na população de menor peso na estocagem.

#### 4. Controle geral da qualidade da água

Sem dúvida, o controle da qualidade da água é o fator-chave para o sucesso da produção econômica dos camarões. Baixo crescimento, doenças, parasitas e morte dos animais podem ser causados por problemas de qualidade da água e seu impacto na ecologia do viveiro. O controle da qualidade da água e da sua íntima relação com os aspectos biológicos de um corpo d'água é um dos problemas mais difíceis enfrentados pelos aquicultores, pois não é de fácil compreensão, previsão e administração. No capítulo 3, foram apresentados os principais conceitos de limnologia necessários para o criador entender o manejo dos parâmetros da água dos viveiros.

Entre os aspectos físicos, a temperatura da água é o parâmetro que mais influencia os demais, enquanto que o oxigênio dissolvido é o mais importante entre os fatores químicos. Ambos são, direta ou indiretamente, as principais fontes dos problemas frequentemente encontrados nos cultivos aquáticos. Enquanto a temperatura é, praticamente, impossível de ser controlada de forma econômica, o oxigênio pode ser facilmente incorporado à água com o uso de aeradores (Figura 1).





**Figura 1 - Aerador para aumentar o teor de oxigênio dissolvido.**

O camarão de água doce necessita de altos níveis de cálcio para as enzimas da muda, também havendo uma relação entre o magnésio e a transmissão de energia nos nervos e músculos. New (1995) afirma que o intervalo de 40-60 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  é um consenso entre os pesquisadores para o crescimento ótimo do *M. rosenbergii*. Zimmermann *et al.* (1994) demonstraram a importância da relação entre os níveis de cálcio na água e a dieta.

Sugere-se o seguinte esquema para o controle da qualidade da água:

- temperatura, com termômetro de mercúrio a um metro de profundidade, duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde; alternativamente, pode-se usar um termômetro de máximas e mínimas e sua leitura pode ser realizada em períodos mais espaçados.
- transparência, lida com o disco de Secchi uma vez ao dia, ao final da tarde;
- pH, determinado com peagômetro; o ideal são duas vezes ao dia, pela manhã e final da tarde, apesar de ser mais comum o controle semanal ou quinzenal;
- oxigênio dissolvido, determinado por potenciômetro diariamente, pela manhã e ao final da tarde; porém o mais comum é o controle semanal ou quinzenal; nesses casos pode-se usar titulometria.
- alcalinidade e/ou dureza, determinadas por titulometria ou com espectrofotômetro, com o controle sendo quinzenal ou mensal;
- amônia, determinada por kits embasados em escala de cor, com o controle semanal ou quinzenal;

A Tabela 1 apresenta a faixa ideal dos principais parâmetros de qualidade da água favoráveis ao crescimento do *M. rosenbergii*, tendo sido compilada a partir de 22

Tabela

referências bibliográficas. Outros parâmetros de qualidade da água ainda não foram estudados o suficiente para merecerem estar no levantamento. Deve-se destacar que existem muitas divergências com respeito às condições ambientais favoráveis ao crescimento final do camarão. Por exemplo, a dureza ideal na água de cultivo na fase de crescimento do *M. rosenbergii*, discutida por Brown (1991) em vários trabalhos experimentais, considerava somente a dureza causada pelo cálcio, ignorando a do magnésio que, segundo New (1995), deve ter papel de grande importância.

**Tabela 1 - Parâmetros de qualidade da água favoráveis ao crescimento do *M. rosenbergii*.**

| Parâmetro           | Faixa ideal                                   |
|---------------------|---|
| Temperatura         | 25 - 32°C                                     |
| Transparência       | 25 - 50 cm                                    |
| Alcalinidade        | > 20 mg/L (40 - 60 mg/L) de CaCO <sub>3</sub> |
| Dureza              | 30 - 150 mg/L de CaCO <sub>3</sub>            |
| Amônia não-ionizada | 0,1 - 0,3 mg/L                                |
| Oxigênio dissolvido | 3 - 7 mg/L                                    |
| pH                  | 7 - 8,5                                       |

Quando os níveis citados na Tabela 1 estiverem fora do intervalo ideal, sugere-se uma rápida troca de água do(s) viveiro(s) através de uma descarga d'água. Para isso, deve-se ter água estocada em acude localizado em cota superior para que os trabalhos de renovação de emergência sejam facilitados. A aeração suplementar também poderá minimizar alguns desses problemas, sobretudo os níveis deletérios de oxigênio dissolvido, amônia, nitrato e pH.

Outros problemas ambientais relacionados à qualidade de água, descritos no sistema semi-intensivo, foram: toxicidade com o Mirex, sulfato de hidrogênio, mercúrio, baixas temperaturas e oxigênio dissolvido, bem como elevados níveis de amônia e de salinidade (New, 1995). Strauss *et al.* (1991), realizando testes de tolerância à amônia não-ionizada em pHs elevados com pós-larvas e juvenis de *M. rosenbergii*, sugeriram que pós-larvas não podem ser expostas a pH superiores a 8,5-9,0 quando os níveis de amônia não-ionizada forem maiores que 1,0 mg/L. Os juvenis não devem ser expostos à amônia em pH superior a 9,5, nem a níveis de amônia acima de 1,0 mg/L e 2 mg/L quando o pH ultrapassar os 9,0 e 8,5, respectivamente. Concluem que a estocagem de pós-larvas deve ser realizada o mais cedo possível, quando o pH é mínimo. A Tabela 2 resume estudos de tolerância a diversas substâncias químicas realizados por vários autores.

**Tabela 2 - Resumos dos estudos de tolerância de juvenis a diversas substâncias químicas.**

| Substância               | Nível tolerado      | Teste                  | Referência                     |
|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|
| Tetraciclina             | 594 mg/L            | TL <sub>m</sub>        | Liao & Guo (1987)              |
| Clorofenicol             | 2.717 mg/L          | TL <sub>m</sub>        | Liao & Guo (1987)              |
| Cloreto de Benzalcônio   | 2 mg/L              | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Cloreto de Benzetônio    | 6 mg/L              | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Cloreto de Cetilpiridino | 0,13 mg/L           | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Sulfato de Cobre         | 0,39 mg/L           | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Permanganato de Potássio | 6 mg/L              | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Verde de Malaquita       | 1,14 mg/L           | -                      | Liao & Guo (1990)              |
| Furazolidona             | 300 mg/L            | TL <sub>m</sub>        | Liao & Guo (1986)              |
| Nitrofurazona            | 362 mg/L            | TL <sub>m</sub>        | Liao & Guo (1986)              |
| Formalina                | 423 mg/L            | TL <sub>m</sub>        | Liao <i>et al.</i> (1989)      |
| Saponina                 | 168 mg/L            | TL <sub>m</sub>        | Liao <i>et al.</i> (1989)      |
| Cobre                    | 0,05 mg/L           | TAguda                 | Ismail <i>et al.</i> (1990)    |
| Cobre                    | 0,1 mg/L            | -                      | Chan <i>et al.</i> (1992)      |
| Cádmio                   | 0,057 mg/L          | -                      | Chan <i>et al.</i> (1992)      |
| Zinco                    | 2,97 mg/L           | -                      | Chan <i>et al.</i> (1992)      |
| Endosulfan               | 0,006 mg/L          | CL <sub>50</sub> - 96h | Natarajan <i>et al.</i> (1992) |
| Malation                 | 0,013 mg/L          | CL <sub>50</sub> - 96h | Natarajan <i>et al.</i> (1992) |
| Sulfato de Cobre         | 0,012 mg/L          | CL <sub>50</sub> - 96h | Natarajan <i>et al.</i> (1992) |
| Metil-Paration           | níveis muito baixos | tóxicos                | Tuan & Tan (1992)              |
| Sherpa                   | níveis muito baixos | tóxicos                | Tuan & Tan (1992)              |
| Sumition                 | níveis muito baixos | tóxicos                | Tuan & Tan (1992)              |
| Azodrin                  | não tóxico          | -                      | Tuan & Tan (1992)              |
| Monitar                  | não tóxico          | -                      | Tuan & Tan (1992)              |

TL<sub>m</sub> - Toxicidade letal média;

TAguda - Toxicidade aguda;

CL<sub>50</sub> 96h - Concentração letal para 50% dos animais em testes de 96 horas;

Na água de abastecimento, deve-se atentar para eventuais problemas de poluição advindos de aplicações nas lavouras vizinhas de agrotóxicos e adubos, principalmente, os fosfatados, esgotos domésticos, resíduos de madeireiras, de criações ou mesmo de pequenas agroindústrias. A água de drenagem do efluente do cultivo também deve ser monitorada, pois poderá apresentar elevados teores de matéria orgânica e sólidos em suspensão, que devem ser adequados à legislação ambiental de cada estado, no que diz respeito aos valores de demanda bioquímica de oxigênio permitidos. Algumas propriedades brasileiras que cultivam frutas já estão construindo tanques de estabilização

para diminuir a demanda bioquímica de oxigênio a baixo custo. Até o presente, não houve registros de problemas de efluentes com o camarão de água doce no Brasil.

#### 4.1. Aeração e trocas d'água

A oxigenação e a renovação de água por fluxo contínuo são condições importantes ao sucesso dos cultivos semi-intensivos, uma vez que evitam o acúmulo de detritos tóxicos e problemas de eutrofização, aumentando a capacidade de suporte do sistema. O estresse por falta de oxigênio é o problema de qualidade de água mais encontrado nos cultivos (Masser, 1989). Deve-se ter em mente que os níveis críticos de OD variam de acordo com os níveis de outros parâmetros, tais como dióxido de carbono, amônia e nitrato.

Em geral, as espécies tropicais como o camarão necessitam de concentrações de OD ao redor de 4 mg/L para manter um bom estado de saúde e conversão alimentar adequada. Os camarões tropicais saudáveis podem tolerar até 1 mg/L de OD durante curtos períodos de tempo, porém poderão morrer se o período de exposição for prolongado. A exposição por longos períodos de tempo a 1,5 mg/L de OD causa danos aos tecidos e prejudicam o crescimento, aumentando a incidência de doenças secundárias e parasitas oportunistas, provavelmente, pela redução da habilidade dos animais em resistir às infecções.

O controle de OD inclui manipulações biológicas e mecânicas. O manejo mecânico é feito por meio da aeração com equipamentos, e o manejo biológico refere-se à fertilização e controle do fitoplâncton.

Os aeradores mais utilizados nos viveiros de crescimento podem ser divididos em três grupos principais: superficiais (ou de agitação por pás, palhetas ou chatariz), subsuperficiais (ou de propulsão) e por gravidade (ou cascatas) (Colt e Orwicz, 1991). Os aeradores de propulsão são os mais utilizados no cultivo dos camarões, pois injetam bolhas de ar atmosférico na água, que chegam ao bentos mais depressa e desestratificam o viveiro. Nos cultivos de peixes, preferem-se os aeradores de pás e de palhetas, que incorporam mais quilos de oxigênio por quilowatt/hora (Tabela 3), mas essa incorporação é superficial, não indo eficientemente ao bentos. Os aeradores disponíveis no Brasil são equipados com motores de 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 HPs e são colocados até 16 HP/ha.

Segundo Boyd (1991), as trocas de água em um viveiro têm como principal função eliminar os metabólitos tóxicos (principalmente os nitrogenados), não servindo para adicionar oxigênio no sistema, a não ser que se disponha de 25 a 50 % do volume do viveiro para a renovação diária. Ressalta ainda que as trocas de água são mais eficientes quando realizadas intermitentemente, isto é, retira-se o volume diário a ser trocado antes de colocar a água rica em oxigênio e livre de poluentes. Nos viveiros de camarões em sistema semi-intensivo, geralmente troca-se de 5 a 35% do volume d'água por dia, dependendo da disponibilidade. No entanto, viveiros estáticos também são usados em cultivos de baixa tecnologia, com sucesso.

Os parasitas, as doenças e alguns agentes químicos podem danificar os filamentos das brânquias, afetando o transporte de OD ao longo das mesmas. Esse fato pode

ocasionar um comportamento semelhante ao que ocorre quando os níveis de OD são baixos, quando na realidade a causa é um problema de doença.

**Tabela 3 - Eficiência padrão de aeradores (EPA) utilizados em aquicultura (Colt & Orwicz, 1991, modificado).**

| Tipo  | EPA (Kg O <sub>2</sub> /KW/hora) |
|---|----------------------------------|
| <b>Aeradores de superfície</b>                      |                                  |
| Pás de PVC (ou <i>paddlewheel</i> )                 | 1,2 - 1,9                        |
| Palhetas de aço (triangulares)                      | 2,7 - 2,9                        |
| Palhetas de emergência (tomadas de força do trator) | 1,3 - 2,0                        |
| <b>Aeradores subsuperficiais</b>                    |                                  |
| Propulsor   | 1,7 - 1,9                        |
| Soprador com <i>air-lifts</i> *                     | 2,0 - 2,1                        |
| Difusor de ar com pedras porosas*                   | 0,6 - 2,0                        |
| U-Tubo (oxigênio puro)*                             | 0,72 - 3,3                       |
| <b>Aeradores de gravidade</b>                       |                                  |
| Cascatas (ângulo de 45°)                            | 1,5 - 1,8                        |
| Telhas corrugadas (ângulo de 20°)*                  | 1,0 - 1,9                        |
| Bandejas de telas horizontais*                      | 1,2 - 2,6                        |
| Coluna (filtro de escoamento)*                      | 1,2 - 2,4                        |

\* - Modelos utilizados no Brasil somente em sistemas intensivos de águas claras.

## 5. Manejo da produção primária

Na fase de crescimento em sistemas de cultivo semi-intensivos, a produção primária de um viveiro desempenha papel de importância na manutenção da qualidade de água. Por isso, as populações de fitoplâncton devem ser mantidas em níveis adequados. A presença de algas em densidades moderadas é desejável, pois sombreiam o fundo do viveiro, não permitindo que espécies indesejáveis venham a se estabelecer.

O termo "florescimento de fitoplâncton" refere-se à ocorrência de grande população de algas fitoplanctônicas nos viveiros e acontece quando as condições ambientais apropriadas sejam prevalentes: altos níveis de luz, altos níveis de nutrientes, temperaturas de águas quentes e uma combinação de condições hidrográficas favoráveis. Várias espécies de fitoplâncton são fontes de um "gosto de lodo" nos peixes e camarões, enquanto que outras espécies podem produzir toxinas que matam diversos organismos aquáticos ou que se acumulam nos tecidos dos animais, podendo até ser fatais quando ingeridos pelo homem.

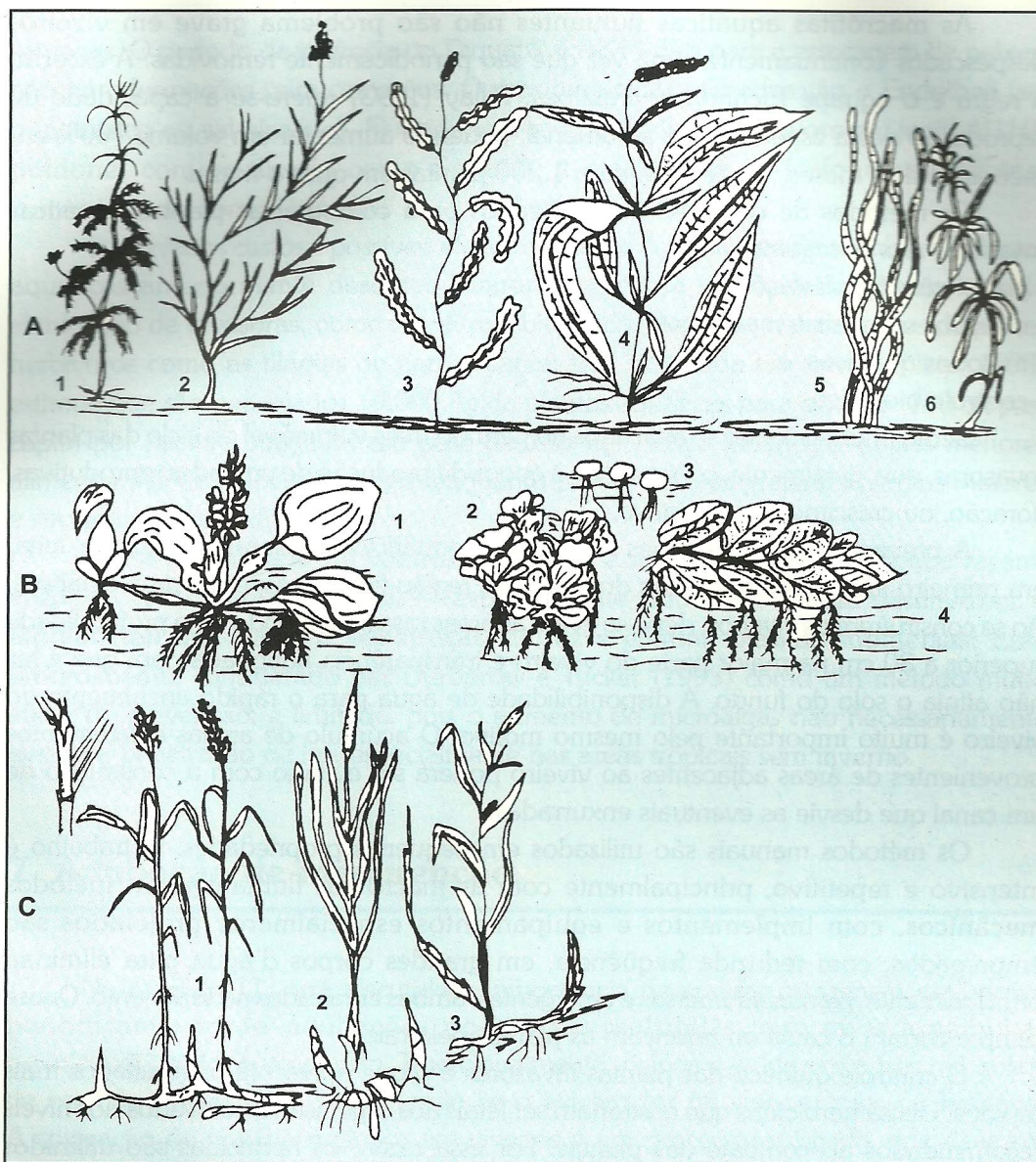
Objetivando manipular a produção primária, deve-se considerar que a comunidade fitoplanctônica de um ambiente aquático natural constitui-se de dezenas de diferentes espécies de algas. Uma vez que cada espécie difere em termos de requerimentos de temperatura, luz e nutrientes, sob um dado conjunto de condições ambientais, uma espécie tenderá a dominar. As condições flutuam durante o ano, devido às mudanças de luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e pela própria influência das algas, portanto, a espécie dominante deve mudar. As mudanças na composição das espécies das comunidades fitoplanctônicas também podem ocorrer devido ao influxo de algas de outras áreas. Durante o florescimento, a comunidade de algas é caracteristicamente dominada por uma espécie, que se torna numerosa, podendo ocorrer densidades de  $10^6$  ind./mL. Teoricamente, qualquer espécie de alga pode provocar um florescimento. Na prática, porém, o florescimento de certas espécies de algas ocorre com maior frequência do que outras.

Uma mortalidade de plâncton pode ocorrer como consequência natural da dinâmica das populações devido a mudanças sazonais na temperatura, pH, intensidade de luz, nutrientes, ou outros fatores, os quais não são sempre entendidos. A morte do plâncton pode ocorrer como consequência de períodos noturnos com baixo OD. Nesse caso, a densidade e biomassa do plâncton tornam-se tão grandes que o nível crítico de OD é atingido devido à demanda respiratória noturna. O plâncton, os peixes e camarões morrem devido à falta de oxigênio. Um desenvolvimento saudável de fitoplâncton é indicado pela visibilidade no disco de Secchi de 35 a 45 cm. Leituras acima de 45 cm indicam a necessidade de fertilização adicional e, possivelmente, uma calagem, enquanto que medições inferiores a 30 cm significam intenso desenvolvimento de plâncton. Visibilidades menores que 15 cm são críticas. Baixas leituras no disco de Secchi são, normalmente, associadas aos altos níveis de alimentação, requerendo uma redução desta taxa.

Quase todos os algicidas são à base de cobre. Apesar de não serem toxicamente seletivos, são muito utilizados no controle de algas filamentosas devido ao baixo custo e por serem muito eficientes mesmo em baixas concentrações de 1 a 3 mg/L. O sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) é o algicida mais utilizado. Está disponível em cristais de diversos tamanhos e em pó, que se dissolve mais rápido e por isso é mais eficiente. Em águas duras, com alcalinidade superior a 200 mg/L, o sulfato de cobre perde seu efeito algicida, porque nessas condições o cobre precipita-se rapidamente. O cobre quelado (algimicina) é menos utilizado no Brasil pois é mais caro, devido ao fato de ser ligado a complexos orgânicos que evitam sua precipitação em águas duras. A desvantagem desses algicidas à base de cobre é que não controlam as filamentosas do gênero *Pithophora* spp.

## 6. Controle das macrofitas aquáticas

Macrofitas aquáticas são plantas superiores e dividem-se em três grandes grupos: submersas, emergentes e flutuantes (Figura 2).



**Figura 2 - Macrófitas aquáticas. A) Submersas: 1. *Miriophyllum*, 2. a 4. *Potamogeton*, 5. *Elodea*, 6. *Cabomba*. B) Flutuantes: 1. *Eichornia* 2. *Pistia* 3. *Lamna*, 4. *Salvinia*. C) Emergentes: 1. *Phragmites*, 2. *Carex*, 3. *Typha*.**

As submersas permanecem abaixo da superfície da água durante todo o seu ciclo de vida, embora muitas vezes as flores possam se estender acima da superfície da água. Geralmente enraizadas no sedimento, eventualmente desprendem-se e flutuam livres, prejudicando o manejo da colheita dos animais.

As macrófitas emergentes são enraizadas no solo do fundo dos viveiros e crescem acima do nível d'água. São plantas rígidas e não dependem da água para sua sustentação (Durborow & Tucker, 1993). Infestam somente a margem dos viveiros bem construídos e não interferem no manejo diário das criações, com exceção das despescas. Eventualmente, podem colonizar o fundo de viveiros em pousio, quando secos entre um cultivo e outro.

As macrófitas aquáticas flutuantes não são problema grave em viveiros despesados continuamente, uma vez que são periodicamente removidas. A exceção à regra é o aguapé *Eichhornia crassipes*. Pillay (1993) refere-se à capacidade de reprodução dessa espécie como fenomenal, podendo aumentar em volume 700% em menos de dois meses, ou de duas para 1.200 plantas em quatro meses.

Os métodos de controle mais utilizados para combater as plantas aquáticas invasoras são os seguintes:

- prevenção de infestações;
- métodos manuais e mecânicos;
- métodos químicos; e
- controle biológico.

Serão mais eficientes se aplicados no período mais vulnerável do ciclo das plantas invasoras, que, geralmente, corresponde à época de produção de unidades reprodutivas, floração, ou crescimento vegetativo.

A prevenção de infestações das plantas aquáticas invasoras poderá ser feita, em primeiro lugar, com a escolha do local, em região livre de espécies problemáticas. Ao se construir os viveiros, deve-se evitar as áreas rasas, mantendo uma profundidade superior a 80 cm na maior parte do viveiro e transparência adequada para que a luz não atinja o solo do fundo. A disponibilidade de água para o rápido enchimento do viveiro é muito importante pelo mesmo motivo. O acúmulo de argilas e sedimentos provenientes de áreas adjacentes ao viveiro poderá ser evitado com a construção de um canal que desvie as eventuais enxurradas.

Os métodos manuais são utilizados em pequenas propriedades. O trabalho é intensivo e repetitivo, principalmente com as macrófitas flutuantes. Os métodos mecânicos, com implementos e equipamentos especialmente projetados são empregados, com reduzida frequência, em grandes corpos d'água para eliminar, principalmente, plantas submersas e emergentes, ambas enraizadas no sedimento. Quase sempre cortam o caule ou arranham as plantas pela raiz.

O controle químico das plantas invasoras é o que apresenta os resultados mais rápidos. Utiliza herbicidas que costumam ser letais aos organismos cultivados nos níveis recomendados ao combate das plantas. Por essa razão, os herbicidas são utilizados somente no pós-colheita ou pousio, na água, nas folhas das plantas ou no solo daquelas enraizadas. Um outro problema é o acúmulo de plantas invasoras mortas após a aplicação do herbicida, devendo ser removidas manual ou mecanicamente para que não provoquem, pela sua decomposição, um excesso de nutrientes ou uma diminuição no oxigênio dissolvido na próxima safra. Além disso, os resíduos de herbicidas podem afetar o desenvolvimento de algas nos cultivos posteriores, pois ainda não existem formulações seletivas. O 2,4-D (dicloro-fenoxiacetato) a 1% em solução aquosa é um dos mais utilizados em aplicações foliares. O 2,4-D, comercializado como Aquacida® (sal de dimetilamina ou éster de isooctil), é um herbicida formulado especialmente para o ambiente aquático; como é mais eficiente em pH menor que 6, recomenda-se sua aplicação ao amanhecer. O Diquat® (6,7-dihidrodipiridato pirazinedium dibrometo) é de amplo espectro e de fácil aplicação por ser solúvel em água, devendo ser utilizado em viveiros com poucos sólidos em suspensão e em dias de sol, quando a floração está ocorrendo de forma mais intensa, em intervalos de duas



semanas. O período de carência do Diquat® é de 14 dias para a estocagem de peixes; não há informações para camarões. Outros herbicidas utilizados são o Endothall (sal bi-potássico ou sal alcalino), Fluoridone (1-metil-3-fenil-5-[3-(trifluormetil)fenil]-4(1H)-piridone) comercializado como Sonar®, e o Glifosate (N-fosfonometil)glicine) comercializado como Rodeo®.

Os elevados custos e possíveis efeitos colaterais dos sistemas de controle de plantas aquáticas anteriormente descritos levaram à procura de métodos alternativos de eliminação de invasoras, como o controle biológico. O emprego de espécies de peixes herbívoros como as tilápias ou carpas-capim tem sido cada vez maior. Pillay (1993) estimou que são necessários 19.000 Kg de plantas aquáticas para cerca de 100 carpas-capim por hectare atingirem um peso de 195 Kg. Refere ainda que peixes menores alimentam-se de plantas menores, enquanto peixes maiores preferem plantas maiores e suculentas, pouco fibrosas.

Outra modalidade de controle biológico é a fertilização dos viveiros recém-enchidos com adubos minerais — especialmente o fósforo — para desenvolver o fitoplâncton que barra a penetração de luz e elimina plantas submersas. Esse procedimento, considerado por Durborow e Tucker (1993) como um método muito eficaz de prevenção, é limitado, pois o aumento de microalgas não necessariamente evitará a penetração de luz, especialmente nas áreas tropicais sem inverno.

## 7. Adubação de manutenção

---

No capítulo 11, será discutida a importância de realizar calagens e adubações periodicamente. As adubações podem ser realizadas logo após a colheita, no início do período de pousio. Tradicionalmente, colocam-se de um a três mil quilos de esterco por hectare, dependendo se o esterco for de suínos, aves ou bovinos. A colocação de matéria orgânica em viveiros é um processo arriscado, que deve ser feita com acompanhamento técnico. Após o enchimento, os nutrientes disponíveis vão se dissolver e incrementar a produção primária.

Após a estocagem dos animais, o fornecimento de nutrientes deve continuar. Esse processo denomina-se calagens e adubações de manutenção. É impossível sugerir um único programa de calagens e adubações de manutenção para a fase de crescimento final, uma vez que cada viveiro possui uma identidade própria, sendo a composição química das águas uma consequência do solo, histórico de fertilizações, situação geográfica, topográfica, insolação e ventos locais, fonte de água, flora e fauna que o colonizaram. Apesar disso, alguns produtores colocam 500 a 1.500 Kg/ha/mês de esterco de suínos/aves ou bovinos, respectivamente, na adubação de manutenção. Em sistema de cultivo semi-intensivo, o procedimento mais correto é a verificação diária da transparência dos viveiros e a colocação em pequenas doses semanais ou quinzenais dos macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Si, Na e Zn) essenciais, caso essa transparência seja superior a 35-40 cm. As fontes mais utilizadas de macronutrientes

são os adubos químicos, como o N-P-K, o sulfato de amônio e o calcário, enquanto que os fertilizantes orgânicos fornecem a maioria dos micronutrientes. Boyd (1991) comparou as concentrações dos macro e micronutrientes na água e no fitoplâncton, calculando um fator de concentração (Tabela 4).

A partir dos dados apresentados na Tabela 4, conclui-se que o fósforo é o macroelemento mais limitante ao desenvolvimento do fitoplâncton. Sua adição não pode ser exagerada, no máximo 50 Kg/ha/semana, ou corre-se o risco de um desenvolvimento excessivo de algas com falta de oxigênio dissolvido pela manhã devido à respiração noturna do fitoplâncton.

**Tabela 4 - Concentrações de elementos na água doce (mg/L) e no fitoplâncton (ppm) (Boyd, 1991, modificado).**

| Elemento   | Água doce | Fitoplâncton* | Fator de concentração |
|------------|-----------|---------------|-----------------------|
| Fósforo    | 0,03      | 230,00        | 7.667                 |
| Nitrogênio | 0,30      | 1.800,00      | 6.000                 |
| Carbono    | 20,00     | 12.000,00     | 600                   |
| Sódio      | 5,00      | 1.520,00      | 304                   |
| Manganes   | 0,03      | 4,00          | 133                   |
| Ferro      | 0,20      | 25,00         | 125                   |
| Silica     | 2,00      | 250,00        | 125                   |
| Cobre      | 0,03      | 2,00          | 100                   |
| Potássio   | 2,00      | 190,00        | 95                    |
| Enxofre    | 5,00      | 160,00        | 32                    |
| Zinco      | 0,07      | 1,60          | 23                    |
| Magnésio   | 4,00      | 90,00         | 22,5                  |
| Cálcio     | 20,00     | 220,00        | 11                    |
| Boro       | 0,02      | 0,10          | 5                     |

\* Com base no peso úmido, considerando o peso seco 2,5%

Como regra geral, para realizar uma "aquacultura sustentável", não se deve colocar mais de 35 Kg/ha/dia de matéria orgânica (incluindo a ração) num viveiro sem aeração artificial e com uma taxa diária de trocas d'água inferior a 10%. Em viveiros com aeração e trocas d'água de cerca de 35%, pode-se colocar até 100 Kg/ha/dia de matéria orgânica (ração + esterco) (Boyd, 1995).

## 8. Manejo da alimentação

No sistema de cultivo semi-intensivo, a ração contribui com parte do total ingerido pelos camarões. Os detritos, os organismos bentônicos e, em menor escala, o plâncton

completam a dieta. McLean *et al.* (1989) demonstraram o potencial do uso de fertilizantes orgânicos como substitutos parciais de rações peletizadas. O problema é que o manejo exclusivamente com adubos químicos e orgânicos tem provocado baixa produtividade, enquanto que regimes de alimentação baseados somente em dietas artificiais têm sido poluidores; grande parte da ração é utilizada por outros organismos do viveiro, o que é uma forma muito cara de fazer uma adubação.

Em estudo com diferentes combinações e níveis de ração peletizada e esterco de galinhas, McLean *et al.* (1989) demonstraram que, na ausência de ração peletizada, o macrobentos limitou o crescimento dos camarões a partir do segundo mês de cultivo. Omara-Alwala e Prior (1992) registraram efeito positivo no peso individual dos camarões com a adição de fertilizantes em viveiros não arraçoados; a sobrevivência, porém, foi mais baixa. Mires (1991) observou que a colocação de esterco não beneficiou *M. rosenbergii* em policultivo com peixes, porém a resposta dos camarões ao arraçoamento foi muito positiva.

As práticas de alimentação adotadas variam de acordo com as estratégias de estocagem, adubação e aeração, quantidade e qualidade de água disponíveis, da quantidade, da qualidade e do preço da ração disponível, do período de cultivo programado e do tamanho de comercialização dos camarões estocados. Portanto, é impossível sugerir uma única prática para esta fase em sistema de cultivo semi-intensivo.

A quantidade de ração peletizada a ser colocada varia de acordo com dois fatores principais: o peso médio dos animais e a temperatura da água. Além disso, existem bandejas de alimentação que auxiliam no monitoramento das eventuais sobras ou faltas de ração. Sugere-se a utilização de, no mínimo, 16 bandejas por hectare de viveiros. A Figura 3 mostra o fornecimento de ração a lanço.



Figura 3 - Fornecimento de ração a lanço.

A quantidade diária de ração é calculada a partir de uma percentagem da biomassa estimada das pós-larvas a serem estocadas, de acordo com a temperatura da água. Um viveiro de 5.000 m<sup>2</sup> que recebe 50 mil pós-larvas pesando em média 0,013 gramas é estocado com uma biomassa de 650g. A quantidade diária de ração, se a temperatura do viveiro estiver ao redor de 28°C, será 36% desse total, 234g. Essa quantidade deverá ser dividida em duas a quatro refeições a serem oferecidas espaçadamente ao longo do dia, sendo que a primeira deverá ser após as 9:00 horas, quando os níveis de oxigênio dissolvido já estiverem normalizados. A cada duas semanas são realizadas biométrias para ajustar a quantidade de ração. A percentagem da biomassa estimada vai diminuindo com o tempo. A Tabela 5 foi sugerida a partir de dados médios de trabalhos disponíveis na literatura e da experiência prática do autor, considerando uma ração com 32% de proteína bruta, aplicada num viveiro com 5.000 m<sup>2</sup>, 10% de troca d'água/dia, sem aeração suplementar e uma taxa de estocagem de 7 a 10 animais/m<sup>2</sup>.

**Tabela 5 - Sugestão de taxas de alimentação (% da biomassa estimada) em função do peso médio dos animais e da temperatura da água de cultivo.\***

| Peso médio dos camarões (g) | Período pós-estocagem (semanas) | % da biomassa estimada em ração/dia em função da temperatura da água (°C) |    |    |
|-----------------------------|---------------------------------|---|----|----|
|                             |                                 | 20  | 24 | 28 |
| Pós-larvas                  | 0                               | 20  | 26 | 36 |
| 0,005                       | 0                               | 20  | 26 | 36 |
| 0,012                       | 1                               | 16  | 20 | 26 |
| 0,020                       | 2                               | 12  | 16 | 20 |
| Juvenis I                   | 3                               | 10  | 12 | 16 |
| 0,120                       | 3                               | 10  | 12 | 16 |
| 0,300                       | 5                               | 7   | 10 | 12 |
| Juvenis II                  | 7                               | 6   | 8  | 10 |
| 0,600                       | 7                               | 6   | 8  | 10 |
| 1,500                       | 10                              | 5   | 7  | 8  |
| Pós-juvenis                 | 14                              | 4   | 6  | 7  |
| 3,000                       | 14                              | 4   | 6  | 7  |
| 6,000                       | 18                              | 3   | 5  | 6  |
| 15,000                      | 24                              | 2   | 4  | 5  |
| 30,000                      | 30                              | 1   | 3  | 5  |
| 50,000                      | 40                              | 1   | 3  | 4  |

\* Devem ser respeitados os limites máximos de matéria orgânica adicionada ao viveiro, citados no item anterior.

Segundo Valenti (1996), a alimentação deve ser reduzida à metade quando o teor de oxigênio dissolvido na água pela manhã for inferior a 3,5 mg/L e interrompida quando este for inferior a 2,0 mg/L, ou a temperatura da água for menor que 18°C.

Tacon (1987) e New (1987) publicaram manuais com sugestões de arraçoamento que se adequam a diversos manejos e condições ambientais. A falta de padronização das condições experimentais nos inúmeros estudos de alimentos na fase de crescimento final dificulta a avaliação da maioria dos trabalhos publicados.

O aspecto primordial no manejo da alimentação na fase de crescimento é que, ao se distribuir a ração em um viveiro, alimentam-se os camarões e também adubam-se os viveiros.

Em cultivo semi-intensivo não existe e, possivelmente, nem existirá, uma única formulação adequada para a fase de crescimento, devido às características que a água e o solo exercem na produção natural dos viveiros.

## 9. Taludes e sistemas de abastecimento e drenagem

---

Os sistemas de abastecimento e drenagem devem ser mantidos livres de vegetação e de outros materiais que possam causar diminuição de vazão ou entupimento. Por outro lado, os taludes devem ser totalmente gramados para que o solo não venha a assorear os canais e o viveiro.

O filtro do canal de abastecimento deve ser periodicamente limpo, retirando-se materiais grosseiros, como pedaços de madeira, folhas mortas, peixes predadores do canal e seus ovos. O intervalo das limpezas é dimensionado em função da quantidade de partículas em suspensão no abastecimento.

A vazão da água, nos canais de abastecimento e drenagem, é monitorada pela medição do volume d'água (em litros) coletado durante alguns segundos, sendo esse valor corrigido para litros por minuto (L/min).

## 10. Despesca

---

Os camarões são colhidos em despesca seletivas ou totais. Na despesca seletiva utilizam-se redes de arrasto para retirar os animais maiores ou com menor potencial de crescimento (machos com quelas azuis e fêmeas não-irgens), com os viveiros ainda cheios. A despesca total é realizada quando o viveiro é totalmente drenado e os animais remanescentes são coletados.

As despesca seletivas (Figura 4) permitem um suprimento regular de camarões com tamanho comercial. No Sul do Brasil, tem início em janeiro (coincidindo com as férias de verão, período de maior consumo de frutos do mar e justamente quando o defeso do camarão marinho está em vigor), estendendo-se até fins de abril e início de maio. Em outras regiões, são realizadas o ano todo.

Nas despesca seletivas, são utilizadas redes com malhas de diâmetro apropriado, 18, 20 e 25 mm, de acordo com o tamanho de camarão exigido pelo mercado, 20, 35 ou 40 gramas, respectivamente. Consiste no arrasto da rede ao longo do viveiro,

no sentido da menor profundidade, sendo que cinco ou seis homens devem conduzi-la bem rente ao fundo e às laterais do viveiro, num tempo médio de uma hora para um viveiro de 0,5 ha (125,0 x 40,0 m) (Cavalcanti *et al.*, 1986). A operação deve ser realizada pela manhã (o mais cedo possível), evitando que a elevação da temperatura, em combinação com o material em suspensão na água, provoque queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causando mortalidade nos camarões não despesados. Quando existe fluxo de água abundante, procede-se à renovação parcial desta após a despesca, durante 24 horas (cerca de 20% do volume do viveiro). Não se deve realizar despescas seletivas frequentes, pois podem causar estresse e mortalidade, além de afetar o crescimento dos camarões (New, 1995).



Figura 4 - Fase final de uma despesca seletiva.

As despescas totais são realizadas ao final de uma estação ou período de cultivo. No Sul do Brasil, coincidem com a chegada do inverno (temperatura da água do viveiro menor que 18°C) ou com a Semana Santa (camarões e peixes com preços de mercado mais elevados). Em outras regiões, são realizadas o ano todo, de acordo com o planejamento do cultivo. O viveiro é totalmente drenado (o que leva de cinco a seis horas em sistema de escoamento bem dimensionado, ou até mesmo um a dois dias quando a vazão é inadequada) e os animais são coletados do fundo. A medida que o nível de água do viveiro vai diminuindo, são realizados arrastos com redes para a retirada dos camarões. É conveniente que, nesse procedimento, a água esteja entrando no viveiro para que os camarões não morram asfixiados. A coleta final é dificultada pelo sedimento acumulado no fundo dos viveiros e os animais, frequentemente, enterram-se no lodo.

O sistema de despesca mista consiste na combinação da despesca total com a seletiva e adapta-se bem ao crescimento heterogêneo dos camarões (Valenti, 1996). Quando os primeiros animais atingem o tamanho comercial ou as fêmeas entram em maturação, iniciam-se as despescas seletivas; ao final da estação climática favorável ou, no máximo, após um ano do enchimento, os viveiros são esgotados, bloqueando o processo de sucessão ecológica, que é danoso, conforme foi discutido no capítulo 8.

Apesar de já haver sido demonstrado que a elevação da salinidade da água de cultivo alguns dias antes da despesca melhora o sabor dos camarões (Madrid *et al.*, 1993; New, 1995), não existe nada registrado em nível comercial. New (1995) relata que a prática de deixar os camarões em jejum alguns dias antes da colheita é desvantajosa, fazendo com que haja a necessidade de retirar o intestino (que torna-se verde-escuro pelo maior consumo de algas e detritos) do abdômen. A composição e a aparência (principalmente a coloração) dos camarões podem ser influenciadas pela dieta e pela luminosidade/coloração do meio (por exemplo, de um tanque de depuração). Dietas ricas em sal podem melhorar o gosto do *M. rosenbergii* da mesma forma que a água de cultivo, enquanto que os tanques de coloração escura e uma alimentação adequada produzem animais igualmente escuros que, ao serem cozidos ou fritos adquirem uma coloração vermelha muito intensa. Em ambientes com elevada turbidez causada por argilas de coloração clara, os camarões adquirem uma coloração mais pálida, inclusive depois de processados (Zimmermann, 1989).

Nos últimos anos, somente Joseph *et al.* (1992) apresentaram trabalho sobre o manejo da colheita do *M. rosenbergii*, concluindo que a despesca noturna não é benéfica, uma vez que os camarões costumam fazer a muda durante esse período.

Imediatamente após a despesca, e ainda na beirada do viveiro, os camarões devem ser mortos por choque térmico. O processo mais simples consiste em acondicioná-los em caixa vazada, lavá-los para remover o excesso de sujeira e imergi-los em água e gelo a 0° C por quatro minutos. Posteriormente, devem ser desinfectados em solução de cloro a 5 ppm por dois minutos (Valenti, 1996).

New (1995) apresenta uma tabela com a produtividade média de *M. rosenbergii* em monocultivo de dez países. Esta variou, geralmente, de 600 a 2.000 Kg/ha/ano, mas em Taiwan as médias foram mais elevadas, 2500 a 3000 Kg/ha/ano. No Brasil, varia de 800 a 4500 Kg/ha/ano, conforme o nível de tecnologia empregado. Faria e Valenti (1995) estimaram uma biomassa variando de 1335 a 1475 Kg/ha/ano, no máximo, em viveiros experimentais localizados no estado de São Paulo; estes foram povoados com quatro a cinco juvenis/m<sup>2</sup> e operados em sistema semi-intensivo de média tecnologia.

## 11. Estratégias operacionais alternativas

---

Apesar de existirem vários trabalhos a respeito da colocação de substratos para aumentar a área interna dos viveiros e, conseqüentemente, a sobrevivência dos camarões nas fases de berçário secundário e crescimento, essa prática não foi adotada com sucesso econômico em nenhum local do mundo (New, 1995), pois dificulta muito a realização

das despesas. Da mesma forma, o cultivo desse camarão em altas densidades em sistemas de recirculação (*raccoways*) com fontes geotérmicas permanece um sucesso técnico apenas nas instituições de pesquisa, pois ainda não é economicamente viável. Também foi conduzido grande número de pesquisas no melhoramento das condições de cultivo, e muitas fazendas empregam estratégias operacionais muito complexas (New, 1995). McGee (1991) propõe uma nova estratégia: o sistema contínuo modificado, que foi utilizado somente em uma propriedade em Porto Rico. Consiste na estocagem de juvenis com 1,0 g (provenientes de bergário primário de 30-45 dias a uma taxa de estocagem de 296/m<sup>2</sup>) em viveiros de bergário secundário durante dois a três meses. A partir desse momento, despesas seletivas removem animais com 10-15 g e o bergário secundário transforma-se em um viveiro de transferência durante os próximos três meses. Nesse período, os camarões maiores são periodicamente removidos e estocados por dois meses em viveiros de crescimento final para repor os animais de tamanho comercial (35-100 g) despesados. A cada 8-12 meses, todos os viveiros passam por uma despesa total, como no sistema descontinuo.

## 12. Manipulação genética

Desde a sua introdução em 1977, quando foram trazidas cerca de 800 PL do Havaí, em 1982, quando foram importadas outras 2 mil PL da Flórida (certamente também provenientes do Havaí), todo o camarão *M. rosenbergii* cultivado no Brasil possui a mesma origem genética. Apesar de já terem sido registradas depressões causadas por problemas de consangüinidade no Havaí, na Tailândia e em Taiwan, essa "domesticação reversa" ainda não foi registrada aqui, até o momento. Porém, devido ao perigo em potencial que isso representa, deve-se pensar na importação de material genético novo.

A maioria das larviculturas coleta fêmeas ovigeras diretamente dos viveiros de crescimento. A seleção das fêmeas está baseada na cor dos ovos (visando a rapidez na eclosão), não havendo um controle direto na cópula e, como consequência, no melhoramento animal. New (1995) sugere que esse procedimento seja feito somente nos três primeiros meses após a estocagem de juvenis, pois, nesse caso, seriam retiradas somente as fêmeas de crescimento mais veloz, que atingiram o peso de maturação mais rapidamente. Angell (1992) pondera que será difícil convencer os carcinicultores a coletarem essas fêmeas prematuras, que são menores (20 a 40 g) e que, por isso, produzem menos larvas, devendo, portanto, ser capturadas em maiores quantidades.

Sagi e Cohen (1990) e Sagi *et al.* (1995) registraram a produção de "neo-fêmeas" por meio da andrectomia (retirada bilateral das glândulas androgênicas) de camarões imaturos, geneticamente machos, que se transformaram em fêmeas funcionais. Parte dessas "neo-fêmeas" eram férteis e, ao serem cruzadas com machos normais, produziram prole quase 100% masculina, o que levou os autores a acreditarem que em *M. rosenbergii* o macho seja homogamético (ZZ) e as fêmeas sejam heterogaméticas (XW).



Malecha *et al.* (1992) realizaram trabalho inverso e implantaram glândulas androgênicas em fêmeas imaturas, cruzando-as com fêmeas normais. Pelas proporções de machos e fêmeas obtidas a partir de diversos cruzamentos, acredita-se que a determinação de sexo no *M. rosenbergii* seja mais complexa. Essa hipótese é sustentada, em parte, pelos trabalhos de Sagi *et al.* (1995) que, em duas progênes descendentes do cruzamento de neo-fêmea (ZZ) com macho normal (ZZ), encontraram uma fêmea nos 566 camarões que deveriam ser 100% machos, confirmando a imperfeição do mecanismo. Esta linha de pesquisa poderá oferecer novos caminhos para melhorar a produtividade do *M. rosenbergii* pela manipulação genética e pelo sistema endócrino que regulam o crescimento e o desenvolvimento.

A hibridização interespecies de *M. rosenbergii* está sendo testada há muitos anos. New (1995) relata tentativas bem-sucedidas com o *M. rosenbergii* x *M. malcomsonii*, *M. nipponense* x *M. formosense*, *M. asperulum* x *M. shokitai* (em que foram obtidos híbridos estéreis), porém, no Brasil, as tentativas com as espécies nativas não produziram progênes viáveis e o projeto iniciado na UFSC foi abandonado.

### 13. Integração com a agricultura convencional

---

Apesar de ainda encontrar-se em estágio experimental, a integração da carcinicultura com a agricultura convencional já é uma realidade, pelo uso das águas de descarga dos viveiros (ricas em matéria orgânica), da rizicarcinicultura e do consórcio com animais domésticos confinados, no qual o esterco dos mesmos alimenta camarões.

Considerada ecologicamente correta, a viabilidade técnica e econômica da utilização de efluentes provenientes de viveiros de crescimento de camarões de água doce na irrigação de frutíferas (bananas, mamões e abacates) já foi demonstrada (New, 1995). Também estão se iniciando estudos de integração com a alface cultivada em sistema de hidroponia. Em Porto Rico e no Japão, existem registros da estocagem de camarões em quadros plantados com arroz, sendo que os crustáceos não interferiram nos resultados de produção do grão. Lin e Lee (1992) estocaram, com sucesso, um a dois juvenis/m<sup>2</sup> com 2 a 5 g cada, em canais internos (2 a 3 m de largura e um de profundidade) a diversos quadros de arroz, colhendo 400 Kg/ha/ano de camarões sem qualquer despesa extra. Janssen *et al.* (1988) investigaram na Tailândia a possibilidade de estocar juvenis com 60 dias após a metamorfose em canais de abastecimento de arrozais a uma taxa de 1,25/m<sup>2</sup>: metade dos camarões atingiu tamanho comercial em menos de três meses. Das *et al.* (1991) realizaram na Índia um estudo semelhante de diversificação, porém, colocaram os juvenis em gaiolas de bambu com diversos peixes, e notaram um aumento na produção do arroz das áreas próximas das gaiolas.

Um problema na integração com a agricultura diz respeito ao uso de agrotóxicos que, mesmo em baixíssimas concentrações, causam a morte dos camarões.

## Agradecimentos

O autor gostaria de agradecer aos professores Ema Magalhães Leboutte (UFRGS), Wagner C. Valenti (Unesp), João Bosco R. Rodrigues (UFSC) e demais membros do Grupo de Trabalho do Camarão de Água Doce (Gicad) que participaram contribuindo com sugestões na revisão crítica desse manuscrito.

## Referências bibliográficas

- ANGELL, C.L. 1992. Cage nursery rearing of shrimp and prawn fry in Bangladesh. Bay of Bengal Progr. Working Pap., 92. BOBP, Madras, India. 16 p.
- AVAUT, J.W., Jr. 1986. Seven years of pond research with the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Louisiana. *Aquacult. Mag.*, 12(4):51-54.

- BORBA, F.A.M.; SILVA, J.N.C.; ALENCAR, A.F.; SILVA, A.N.; LIMA, R.W.S.; SOUZA, F.V.A. 1993. Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) no Brasil: da produção de pós-larvas à comercialização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4 e CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. João Pessoa, PB, Anais... p. 197-215.

- BOYD, C.E. 1991. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxygen production in aquaculture ponds. Páginas 363-395. In: BRUNE, D.E.; TOMASSO, J.R. (Editores). *Aquaculture Water Quality. Advances in World Aquaculture*, vol. 3. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Estados Unidos.

- BOYD, C.E. 1995. Chemistry and efficacy of amendments used to treat water and soil quality imbalances in shrimp ponds. Páginas 183-196. In: BROWDY, C.L.; HOPKINS, J.S. (Editores). *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society*. San Diego, CA, Estados Unidos.

- BROWN, J.H. 1991. Freshwater Prawns. Páginas 31-43. In: NASH, C.E. (Editor). *Production of Aquatic Animals*. World Animal Science, C4. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Holanda.

- CAVALCANTI, L.B.; CORREIA, E.S.; CORDEIRO, E.A. 1986. *Camarão: Manual de Cultivo do Macrobrachium rosenbergii*. Aquaconsult, Recife, 143 p.

- CHAN, K.Y.; LAW, A.T.; CHEAH, S.H. 1992. Toxicity of heavy metals to *Macrobrachium rosenbergii* eggs. ASIAN FISHERIES FORUM, 3, Singapura. Resumos... p. 63.

- COLT, J. & ORWICZ, C. 1991. Aeration in intensive culture. Páginas 198-271. In: BRUNE, D.E.; TOMASSO, J.R. (Editores). *Aquaculture Water Quality. Advances in World Aquaculture*, vol. 3. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, Estados Unidos.

# 11. MANEJO DA QUALIDADE DE ÁGUA E DO SOLO DOS VIVEIROS

Sergio Zimmermann

## 1. Introdução

---

O sucesso do cultivo de qualquer organismo aquático depende de vários fatores, entre eles a manutenção da qualidade da água e solo do viveiro. A não ser em sistemas superintensivos, não se pode abordar a qualidade da água dissociada das condições de produção planctônica, de sedimentos e do solo do fundo de um viveiro. No Brasil, Valenti (1995) e Tavares (1995) descreveram o manejo de viveiros do *M. rosenbergii* com um enfoque ecológico. Entre os livros a respeito da qualidade de água para organismos aquáticos, destacam-se os trabalhos do doutor Claude E. Boyd da Universidade de Auburn, Alabama (Boyd, 1979; Boyd, 1989; Boyd, 1990; Boyd & Tucker, 1993; Boyd, 1995) e de alguns outros autores (Brady, 1979; Alabaster & Lloyd, 1984; Brune & Tomasso, 1991), nos quais a qualidade da água e o manejo de solos de viveiros são enfocados sob um ponto de vista zootécnico. Será esse o enfoque do presente capítulo.

Em sistema de cultivo semi-intensivo, as relações água-solo nos viveiros escavados e suas interações com os animais aquáticos e com o manejo da alimentação são bastante complexas. A água apresenta várias características físicas, químicas e biológicas, porém, poucas podem ser efetivamente controladas, assumindo importância significativa no manejo do cultivo dos camarões de água doce. Raúl H. Piedrahita, pesquisador da Universidade de Davis, Califórnia, vem tentando, nas últimas décadas, equacionar modelos de comportamento de viveiros escavados mediante simulações e análises de sensibilidade de mais de 40 variáveis, por meio de programas de computador (Piedrahita, 1984; Piedrahita *et al.*, 1984; Piedrahita, 1986; Piedrahita & Giovannini, 1991; Piedrahita, 1991). Segundo ele, os viveiros escavados com produtividade natural são sistemas extremamente complexos que, devido ao pouco domínio por parte dos seus operadores, são manejados muito mais de forma intuitiva do que científica (Piedrahita, 1991). Uma vez que o tradicional viveiro escavado ainda é - e deverá permanecer por muito tempo - o sistema de produção mais utilizado no cultivo do *M. rosenbergii*, deve-se considerar que, pelas interações entre os inúmeros fatores envolvidos, é difícil prever a situação de qualidade de água, solo ou produção em um determinado viveiro.

Neste capítulo, será discutido o manejo dos parâmetros de qualidade da água e de solo dos viveiros, que influenciam de maneira decisiva no processo produtivo dos camarões.

## 2. Qualidade da água: impacto na produção e controle

Os diversos aspectos físicos, químicos e biológicos da água estabelecem a capacidade dos camarões em desempenhar as funções da vida: crescimento, resistência a doenças, reprodução, tolerância a temperaturas extremas, entre outros. Os camarões estão numa associação muito íntima com o meio aquático, estando muito mais expostos a substâncias dissolvidas - vantajosas ou tóxicas - do que, por exemplo, os animais terrestres em seu meio gasoso (Tomasso & Brune, 1991). Schrech e Li (1991) frisam que um sistema de aquicultura é sempre um ecossistema complexo, principalmente no sistema semi-intensivo, o mais utilizado na criação de camarões em nosso país. Boyd (1990) ressalta, ainda, que as respostas de manejo de um viveiro são particulares daquele local, podendo não se repetir mesmo em viveiros com condições físicas idênticas. Muitos aquacultores decepcionam-se com resultados obtidos com programas de fertilização de sucesso desenvolvidos em outros locais.

Existem três grupos de problemas básicos de manutenção da qualidade da água: o primeiro envolve a qualidade natural da água de um determinado local (água turva, solo ácido, água com elevada salinidade, elevada alcalinidade, alta concentração de ferro, compostos húmicos, etc.); este tipo de problema é solucionado com uma criteriosa escolha do local e da fonte de abastecimento de água ou por meio de vários tratamentos, que, na maioria dos casos, inviabilizam economicamente o cultivo;

o segundo diz respeito aos problemas que poderão ocorrer nos viveiros como resultado do sistema de cultivo empregado (produtividade natural insuficiente, elevadas taxas de alimentação, ocasionando florescimentos excessivos de fitoplâncton que, por sua vez, poderão ocasionar estratificações térmicas e químicas muito severas, depleção do oxigênio dissolvido, acúmulo de metabólitos tóxicos e altas taxas de fotossíntese, resultando em pH elevado e supersaturação gasosa). O manejo com bom senso é a solução para estes problemas, sempre tendo em mente que a produção econômica impõe uma série de limites, em que a produtividade máxima nem sempre é a forma mais segura e racional de se obter camarões, ou a mais lucrativa;

o terceiro trata-se dos poluentes que poderão penetrar nos viveiros; na maior parte das vezes, esses problemas estão relacionados à má escolha do local (nas proximidades de sítios de cultivos agrícolas onde se faz o uso de agrotóxicos) ou problemas resultantes do uso múltiplo das águas; no Brasil, esse tipo de problema é de solução complicada devido às falhas no cumprimento da legislação específica.

Apesar dos problemas, existem alguns procedimentos para manter ou melhorar a qualidade da água dos viveiros (Boyd, 1990; 1995), tais como:

- seleção adequada do local e práticas corretas de construção dos viveiros, de forma a otimizar a temperatura da fonte d'água e dos viveiros;
- renovações de água;
- oxigenação da água através do uso de aeradores;
- calagem e adubação (ou fertilização);

- uso de taxas de arraçoamento compatíveis; a alimentação e a qualidade da água estão intimamente relacionadas, e boa conversão alimentar somente é obtida quando é adequada à qualidade de água; taxas de arraçoamento aumentando implicam a qualidade de água deteriorando;
- tratamento do solo dos viveiros durante a época de pousio; esse tópico desperta grande interesse, especialmente na carcinicultura, na qual o solo e os sedimentos têm papel importantíssimo no desempenho dos animais; e
- proteção dos lençóis de água.

As análises de água mais importantes para a aqüicultura estão descritas em Boyd e Tucker (1993), Clifford (1992) e Tavares (1995), enquanto que o *Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater*, publicado em 1989 pela American Public Health Association (APA), traz informações mais completas a respeito das diversas análises de água. Além dessas publicações, existe o *Methods for Physical e Chemical Analysis of Freshwater* (Golterman *et al.*, 1950). A construção de um laboratório completo é muito cara, e, na maioria dos casos, economicamente inviável. O oxigênio dissolvido é a variável química mais importante, enquanto que a temperatura é a variável física que mais influencia os fatores químicos e biológicos da água. Outra variável de grande importância é o pH, uma vez que o mesmo flutua diariamente, e a amplitude dessas mudanças influencia nas taxas de crescimento dos camarões. Nos cultivos de alta tecnologia, essas três variáveis deverão ser medidas diariamente com aparelhos de precisão: oxímetro, termômetro de mercúrio e potenciômetro. A transparência, medida com o disco de Secchi, e outras variáveis da água poderão ser acessadas com menor precisão, por meio dos kits de análises de água existentes no mercado. São bissemanais as seguintes análises: alcalinidade; dureza total; amônia não-ionizada; nitrito; sulfureto de hidrogênio; fósforo total e dióxido de carbono. Deve-se destacar que essas análises são realizadas apenas esporadicamente nos cultivos de baixa tecnologia e muitos criadores obtêm bons resultados sem análise nenhuma.

Os fatores hidrológicos que mais influenciam a velocidade de crescimento dos camarões são a temperatura da água e o oxigênio dissolvido. São fatores que dominam o comportamento e a fisiologia da maioria dos organismos aquáticos. A temperatura é o controlador de vários fatores ambientais como a dinâmica molecular e velocidade das reações bioquímicas, enquanto que o oxigênio dissolvido atua como principal fator limitante nas reações bioquímicas controladas pela temperatura, principalmente no metabolismo aeróbico.

### 3. Oxigênio dissolvido

---

A oxidação dos alimentos ingeridos ou das reservas energéticas do camarão necessita de oxigênio retirado da água através de difusão via brânquias. Os sistemas respiratório e circulatório de muitas espécies aquáticas evoluíram de modo a funcionar eficientemente num amplo espectro de concentrações de oxigênio, desde sua saturação na água até níveis mínimos, quando as atividades que demandam oxigênio estão prejudicadas. O metabolismo do animal adapta-se a concentrações de oxigênio limitantes

através da diminuição dos deslocamentos, do processamento de alimentos, etc. Diversos fatores contribuem para um aumento da demanda de oxigênio, entre eles as temperaturas elevadas; fatores que geram estresse, como os excessos de amônia ou natação e deslocamentos; aumento do metabolismo/digestão de alimentos, etc. (Neill & Bryan, 1991).

Quando o oxigênio dissolvido na água decresce gradualmente e as outras variáveis são constantes, os camarões conseguem manter uma taxa de absorção de oxigênio relativamente constante com o aumento da taxa de ventilação (fluxo de água) nas brânquias e perfusão (fluxo de líquido circulatório). Quando o nível de oxigênio na água atinge valores críticos, cerca de 1 mg/L para o *M. rosenbergii*, essas medidas regulatórias se exauram de tal forma que o animal fica em estado de manutenção ou capacidade muito limitada de metabolismo anaeróbico, principalmente sob cultivo, quando estão condicionados à atividade máxima ou metabolismo ativo em níveis ótimos de oxigênio dissolvido, que vão de 3 a 7 mg/L (Smith, 1982).

Como regra básica, em viveiros sem aeração, onde não ocorre o fluxo contínuo de água, não se recomendam taxas de alimentação superiores a 25 Kg/ha por dia, uma vez que a quantidade de resíduos orgânicos poderá diminuir os teores de oxigênio dissolvido, causando mortalidade de animais. A capacidade de suporte desses viveiros é bastante limitada, e a produtividade (em termos de monocultivo de camarões) não deverá ser superior a 750 Kg/ha/ano. Quando houver trocas de água ou aeração (principalmente nas primeiras horas da manhã) como medidas preventivas à queda brusca do oxigênio dissolvido, a quantidade de ração poderá ser aumentada. Quanto mais água for trocada e mais HPs de aeradores estiverem disponíveis, maior será a capacidade de suporte desse viveiro, o que significa maior produtividade (1.000-5.000 Kg/ha/ano). Deve-se salientar que o uso de aeradores não é obrigatório na obtenção de tais produtividades, dependendo então das taxas de renovação de água.

Apesar da aeração proporcionar níveis adequados de oxigênio dissolvido, mesmo em cultivos com densidades elevadas, poderá ocorrer elevados teores de amônia na água devido à excreção dos animais e aos processos de decomposição da matéria orgânica. A amônia é tóxica aos camarões em teores superiores a 1,0 mg/L em tempos de exposição superiores a seis horas. Além disso, deve-se esperar grande quantidade de depósitos de matéria orgânica no fundo dos viveiros como resultado das sobras de alimento, o que ocasionará baixos teores de oxigênio no solo e produção microbiana de nitrato, ions de ferro, gás sulfídrico e metano. Estas substâncias podem difundir-se na água e intoxicar os animais.

Dos diversos tipos de aeradores disponíveis no mercado, os de palhetas, de pás (*paddlewheel*) (Figura 1) e injetores/propulsores de ar (Figura 2) são os mais utilizados. Alguns criadores de camarões creem que os modelos injetores de ar seriam superiores para os crustáceos, uma vez que movimentariam mais a coluna d'água e difundiriam mais oxigênio no fundo dos viveiros, enquanto que os de pás ou palhetas seriam melhores para os peixes, pois, ao contrário dos injetores, não desequilibram os peixes quando aproximam-se do redemoinho criado, além de revolver menos o fundo dos viveiros. Na verdade, cada modelo de aerador, em função de sua potência e posição de colocação no viveiro, apresentará uma capacidade de aerar e de provocar aumentos na turbidez da água. Portanto, essa crença parece ser infundada.



**Figura 1 - Aerador de pás.**



**Figura 2 - Aerador do tipo injetor.**

As taxas de aerção a serem utilizadas variam de acordo com a densidade de estocagem e com a taxa de alimentação que está sendo utilizada. Como regra básica, deve ser necessária, pelo menos, uma potência de motor do aerador de 2,0 KW/ha (1 HP/acre) quando se fornece 30 a 50 Kg/ha de ração por dia. Caso a quantidade de ração dobre ou triplique para 75 a 100 Kg/ha por dia, serão necessários de 4,0 a 6,0 KW/ha de potência do motor, independentemente do modelo do aerador (Boyd, 1990).

#### 4. Temperatura

O camarão de água doce é um organismo ectotérmico. Sua temperatura corporal é praticamente a mesma da água que o cerca, a não ser quando a temperatura da água varia rapidamente.

A temperatura da água regula a taxa metabólica dos organismos aquáticos por meio do controle da velocidade das reações bioquímicas e da dinâmica molecular: maiores difusividade e fluidez ocorrerão em temperaturas mais elevadas. A demanda metabólica por oxigênio de um animal em manutenção, ou seja, em jejum e repouso, aumenta exponencialmente com a temperatura, dobrando ou triplicando a cada 10°C de incremento. Entretanto, a capacidade fisiológica de suprir esse aumento de oxigênio aumenta de forma sigmóide até uma determinada temperatura, decrescendo a seguir com o incremento da temperatura (Neill & Bryan, 1991).

O intervalo ótimo de temperatura para a taxa metabólica máxima de *M. rosenbergii* está entre 26 e 32°C (alguns autores postulam 28 a 30°C). Eventuais deficiências nos níveis de oxigênio dissolvido poderão, porém, limitar o metabolismo ativo mesmo dentro do intervalo ótimo de temperatura. Outros fatores ambientais causadores de estresse aumentam a demanda por oxigênio, reduzindo a capacidade fisiológica de supri-lo, diminuindo o intervalo ótimo de temperatura para maximizar a capacidade metabólica, que, aliada a uma nutrição equilibrada, produz crescimento. As temperaturas extremas para o *M. rosenbergii* são de 19 e 34°C: abaixo desse mínimo ou acima desse máximo, os camarões não somente não conseguem crescer, como também não sobrevivem por longos períodos (Rodrigues & Zimmermann, 1996). Esse período de tolerância depende basicamente da idade e do tamanho do animal. As pós-larvas parecem ser mais tolerantes às baixas temperaturas que os juvenis ou adultos. Em temperaturas extremas, abaixo de 12°C ou acima de 42°C, os camarões morrem rapidamente. Neill e Bryan (1991) postularam que o logaritmo do tempo de sobrevivência ou resistência é linearmente relacionado com a temperatura: se um organismo aquático pode sobreviver em 32°C durante 1 000 minutos, suportará 34°C durante 100 minutos e 36°C por 10 minutos.

Os camarões apresentam respostas fisiológicas características aos fatores físicos e químicos de maior importância no ambiente. Esse conjunto de comportamentos permite, pelo menos, em densidades de cultivo menores, a seleção de zonas preferenciais no viveiro com eventuais deslocamentos dos animais em busca de oxigênio ou temperaturas adequadas. No sistema de cultivo semi-intensivo, essa busca de um ambiente melhor é



muito limitada, sendo que os camarões deverão fazer uso de mecanismos fisiológicos de adaptação, denominados, segundo Neill e Bryan (1991), “aclimatação” (respostas à mudança de fatores ambientais individuais) ou “aclimatização” (resposta à mudança do complexo ambiental, como um todo). Esses ajustes fisiológicos, que levam várias horas ou semanas, dizem respeito, principalmente, à temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, amônia, e outros fatores físicos e químicos da água. A aclimatação a temperaturas mais elevadas — nas quais mudanças fundamentais se dão no nível de enzimas e biofísica das membranas — é mais rápida que para temperaturas mais baixas: de 20°C a 30°C, 90% dos animais a completam em dois dias, enquanto que o processo inverso poderá levar até duas semanas.

## 5. Calagem e adubação

A biomassa máxima (peso total dos camarões e peixes) que pode ser produzida em um viveiro comercial depende da quantidade e qualidade da água e alimentos disponíveis. O fato de estocar mais animais por área não resulta, necessariamente, em maiores produções de camarões com tamanho comercial. No entanto, a produtividade de um viveiro poderá ser aumentada, significativamente, se mais alimentos estiverem disponíveis, levando em conta que outros parâmetros, como a qualidade de água, devem ser mantidos em níveis ótimos. Uma maneira de aumentar a disponibilidade de alimentos naturais nas unidades de produção é por meio da calagem e das adubações (ou fertilizações) mineral e orgânica.

### 5.1. Calagem

O calcário é um adubo corretivo mineral utilizado para incrementar a produtividade natural dos viveiros. Além de reduzir em parte a acidez da água, permite que alguns nutrientes ligados ao solo (como o fósforo) sejam liberados, fornecendo uma reserva de dióxido de carbono para a fotossíntese e é fonte de cálcio e magnésio para os organismos aquáticos, principalmente para o camarão na fase de intermuda.

Calagem é definida como a colocação de calcário no solo. O calcário é uma rocha sedimentar composta de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) e, quando há dolomita em quantidade significativa, é denominado calcário dolomítico ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) (Brady, 1979). Adicionado no fundo dos viveiros secos (na entressafra) na forma de calcita, calcário dolomítico ou ainda como cal hidratado  $\text{Ca(OH)}_2$ , o calcário neutraliza a acidez do solo e as condições fisiológicas que a acompanham — deficiência de cátions metálicos adsorvidos, em relação ao hidrogênio. O aumento da disponibilidade de cálcio na água e no solo dos viveiros incrementa não só a produção primária como, diretamente absorvido, é fundamental na composição corporal dos crustáceos. A calagem em solos de viveiros será discutida na segunda parte deste capítulo. A seguir, será caracterizada a colocação de calcário na água de cultivo.

Os efeitos do calcário dependem da acidez da água. Nos raros viveiros com águas extremamente ácidas, a calagem aumenta o pH, melhorando a sobrevivência, a reprodução e o crescimento da vida aquática. Em viveiros de águas com baixa alcalinidade, a calagem aumenta o pH do fundo e incrementa a disponibilidade de fósforo adicionado como fertilizante e a atividade microbiana do sedimento, exatamente como ocorre nos solos agrícolas. Esse crescimento da atividade microbiana diminui o acúmulo de matéria orgânica no fundo dos viveiros, favorecendo a reciclagem de nutrientes. O aumento das reservas de cálcio e magnésio no viveiro eleva a alcalinidade e, conseqüentemente, o poder tampão da água pela presença de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de metais mono ( $K^+$ ,  $Na^+$ ) e divalentes ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) alcalinos e alcalino-terrosos, diminuindo a amplitude das mudanças diárias do pH. A dureza total da água, condicionada por ions metálicos divalentes de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , sob a forma de bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos, também é incrementada pela calagem.

A calagem durante o cultivo é recomendada em viveiros onde a alcalinidade é inferior a 20 mg/L de  $CaCO_3$  (Boyd, 1990). Por outro lado, o mesmo autor recomenda maiores teores de  $CaCO_3$  para crustáceos: o intervalo ideal da alcalinidade para o cultivo do *M. rosenbergii* está entre 30 e 70 mg/L de equivalentes de  $CaCO_3$  (Zimmermann *et al.*, 1994). Águas com teores de cálcio superiores a 150 mg/L poderão prejudicar o crescimento dos camarões, uma vez que o excesso de cálcio na água de cultivo dificulta o fenômeno da muda pelo enrijecimento da carapaça. A aplicação de calcário poderá ser feita diretamente na água, em sacos imersos na água e que permitam a saída do produto, ou a lanço, ao longo da superfície do viveiro, dois ou três dias antes de iniciar-se o programa de adubação/fertilização na água. As quantidades a serem colocadas dependerão da alcalinidade natural da água do viveiro e do nível de equivalentes de carbonato de cálcio que se deseja atingir. Recomenda-se o monitoramento da alcalinidade (e não da dureza) durante a calagem na água.

## 5.2. Adubação ou fertilização

Possem o mesmo significado em aquicultura. Significam adicionar qualquer material orgânico ou inorgânico, de origem natural ou sintética, com vistas ao suprimento de certos elementos essenciais ao desenvolvimento da vida aquática. A fertilização ou adubação dos viveiros, como nos solos agrícolas, é uma maneira simples de aumentar a disponibilidade dos nutrientes aos organismos que ali crescem. O aumento da produção primária dos viveiros também acarreta o aumento da disponibilidade de outros organismos que são alimentos dos camarões.

É muito difícil generalizar a respeito dos efeitos da fertilização ou adubação na produtividade dos camarões, porque a biomassa final dependerá de muitos fatores, tais como a densidade de estocagem, a qualidade do solo e quantidade/qualidade da água do local, os teores médios de oxigênio, a abundância de alimentos, principalmente no bentos, e a soma térmica durante o cultivo. O ponto principal em favor dessa prática está justamente no grande aumento da produção primária e secundária do viveiro,

inclusive do bentos, o que acarreta maior biomassa de camarões. Em solos pobres em fertilidade, esse aumento é da ordem de três a cinco vezes, enquanto que em solos mais férteis obtém-se 50 a 70% de aumento na biomassa animal. Dados a respeito do custo de benefício dessa prática ainda são raros. Existem dois métodos de avaliação, ambos devendo descontar, após o cálculo, uma testemunha, que seria um viveiro sem fertilizante/adubo:

$$1) \text{ custo de incidência} = \frac{\text{custo do fertilizante/adubo}}{\text{Kg de animais produzidos}}$$

$$2) \text{ índice de lucro} = \frac{\text{valor do produto despescado}}{\text{custo do fertilizante/adubo}}$$

Além da dúvida em estar fertilizando de forma apropriada um determinado viveiro, na escolha entre o peso ou o valor do produto final, ainda existe um outro fator por trás desse manejo, que é o tempo que os animais levarão para atingir o peso ou o tamanho de mercado. Se a adubação diminuir esse tempo pelo aumento das taxas de crescimento dos animais, os viveiros poderão ser reestocados antes, existindo então mais um benefício a ser computado.

### 5.2.1. Fertilizantes orgânicos

Os fertilizantes orgânicos mais utilizados na aqüicultura brasileira são os compostos vegetais e os esterco de animais, tais como os de frangos, marrecos, patos, gado leiteiro e de corte, porcos e outros. Os fertilizantes orgânicos poderão ser compostos por qualquer material orgânico, desde que humificados (curtidos) e livres de certos produtos químicos, tais como os coccideostáticos presentes nas camas de aviário, ceras e ligninas das serragens, cascas de arroz, etc., podendo ser aplicados diretamente. Pode-se, ainda, fornecê-los sem estarem curtidos, em pequenas doses, fazendo parte de um consórcio de animais domésticos (porcos, marrecos, patos, aves e outros) com peixes e camarões, no qual, normalmente, só os animais terrestres recebem ração; os aquáticos alimentam-se direta (coprofagia) ou indiretamente (pelo fitoplâncton, zooplâncton e bentos) do esterco.

De forma genérica, os fertilizantes orgânicos favorecem a produção de fitoplâncton e fauna bêntica. Além disso, o esterco animal, em geral rico em fósforo e micronutrientes, favorece o desenvolvimento das algas bentônicas verde-azuladas e das diatomáceas. A composição média, em termos de macronutrientes dos esterco mais utilizados, está resumida na Tabela 1.

Quando aplicado em excesso, porém, o fertilizante orgânico poderá aumentar, de forma indesejada, a respiração microbiana, diminuindo o potencial Redox do fundo do viveiro, o que estimula o fluxo de fósforo do solo para a água. O maior problema, porém, está no crescimento da demanda bioquímica do oxigênio (DBO), com a conseqüente diminuição dos teores de oxigênio dissolvido (OD) e mortalidade dos

animais em cultivo. A combinação desse fertilizante com o adubo mineral é, frequentemente, utilizada e reduz os riscos de acidentes de manejo.

Tabela 1 - Composição média (%) de esterços secos a 65°C (NRS/SBCS, 1995).

| Tipo de esterco   | N (%) | P disponível (como $P_2O_5$ , %) | K solúvel (como $K_2O$ , %) | Mat. seca (%) |
|-------------------|-------|----------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Bovinos           | 1,5   | 1,4                              | 1,5                         | 15            |
| Carne de aviário* | 3,0   | 3,0                              | 2,0                         | 70            |
| Suínos            | 2,1   | 2,8                              | 2,9                         | 25            |

\* com um lote de aves

### 5.2.2. Adubação mineral

Os adubos minerais (Figura 3) também são amplamente utilizados em aquicultura. Apresentam como principais vantagens, a mais rápida disponibilidade dos nutrientes e o pequeno risco de causarem um repentino aumento na DBO. Os adubos minerais mais utilizados nos viveiros são apresentados na Tabela 2.

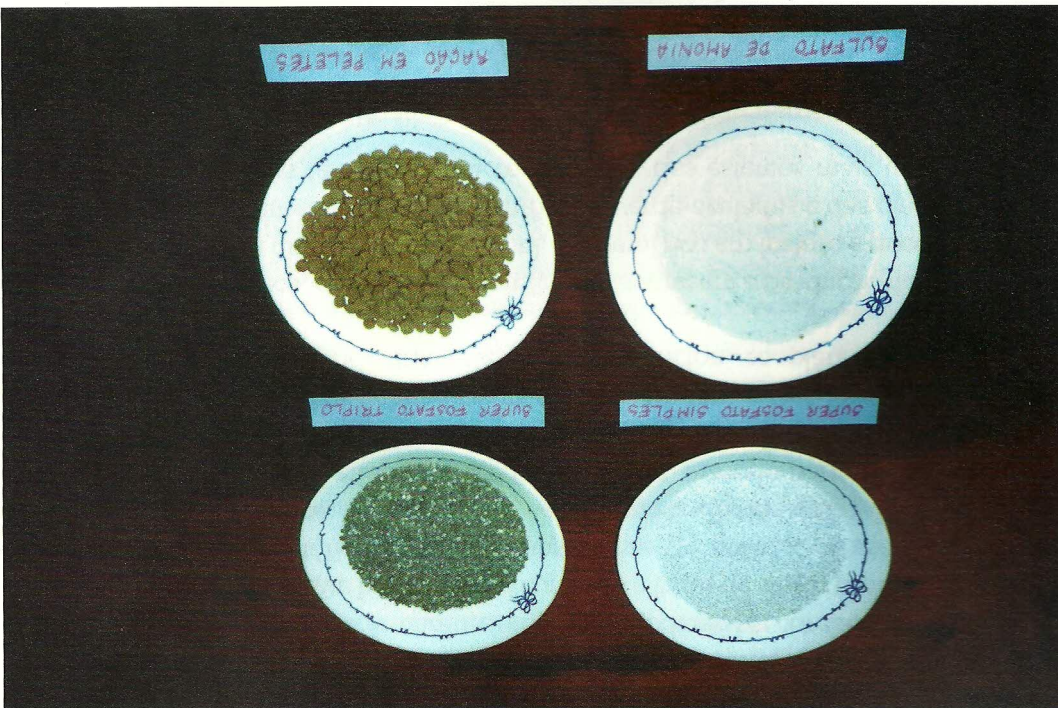


Figura 3 - Adubos minerais.

**Tabela 2 - Adubos mais utilizados nos viveiros (NRS/SBCS, 1995).**

| Nome comum do adubo (%) | N  | P solúvel em água (como $P_2O_5$ , %) | K solúvel em água (como $K_2O$ , %) | outros          |
|-------------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Uréia*                  | 44 | -                                     | -                                   | -               |
| Superfosfato simples    | -  | 16                                    | -                                   | Ca (19), S (11) |
| Superfosfato Triplo     | -  | 37                                    | -                                   | Ca (13)         |
| Sulfato de Amônio       | 20 | -                                     | -                                   | S (23)          |
| Cloreto de Amônio       | 25 | -                                     | -                                   | Cl (66)         |
| Nitrato de Amônio       | 32 | -                                     | -                                   | -               |
| Cloreto de Potássio     | -  | -                                     | 60                                  | Cl (46)         |
| Fórmula 15-15-15        | 15 | 15                                    | 15                                  | ?               |

\* Orgânico simples. Usar o produto com menos de 0,3% de biureto, tóxico aos camarões.

As misturas comerciais de adubos químicos (também chamados de adubos N-P-K) possuem três números que se referem às percentagens de nitrogênio (N), de fósforo disponível (como  $P_2O_5$ ) e potássio (como  $K_2O$ ). Logo:

- 12-24-12 contém 12% de N, 24% de  $P_2O_5$  disponível e 12% de  $K_2O$ ;
- 16-20-0 contém 16% de N e 20% de  $P_2O_5$  disponível;
- 44-0-0 contém somente 44% de nitrogênio (uréia).

De todos os macronutrientes anteriormente mencionados, o fósforo é o mais limitante. Aplicado para promover a produtividade fitoplanctônica e aumentar a produção de peixes e camarões, parte dele acaba sendo perdida por adsorção no solo do fundo dos viveiros ou incorporada à biomassa fitoplanctônica, aumentando, assim, a dosagem necessária. Nos viveiros onde se utilizam altas taxas de alimentação, a ração provê grande parte dos nutrientes necessários aos camarões, e a produtividade natural contribui com menos da metade desse total. O fósforo proveniente dos restos metabólicos e da ração não utilizada, também estimula a produção fitoplanctônica, podendo causar excessiva demanda de oxigênio e, conseqüentemente, uma redução nos níveis de oxigênio dissolvido na água. Por esse motivo, a perda de fósforo para o sedimento dos viveiros é um fenômeno, até certo ponto, desejável, colaborando com a limitação do crescimento fitoplanctônico.

As trocas de fósforo entre o solo e a água são influenciadas pelo manejo do cultivo, o que determina as concentrações de oxigênio dissolvido no fundo dos viveiros e o pH, alterando as concentrações de ferro, alumínio e cálcio, bem como a quantidade das partículas de solo em suspensão na água. Segundo Masuda e Boyd (1994c), a aeração aumenta a concentração de fósforo total pela suspensão das partículas de solo na água, porém diminui a concentração de fósforo solúvel reativo pelo aumento da oxigenação da água e do solo do fundo. Ao adicionar 20 mg/L de sulfato de alumínio para remover partículas sólidas em suspensão e reduzir a turbidez, os mesmos autores

diminuíram o fósforo solúvel reativo e o fósforo total, porém, a baixa dosagem de alumínio utilizada produziu pequenos efeitos no fósforo. A adição de doses mais elevadas de sulfato de alumínio, além de baixar perigosamente o pH da água, pode causar problemas de toxicidade do  $Al^{3+}$  aos peixes e camarões. Recomendam a adição de fósforo sempre três a quatro dias após a colocação do sulfato de alumínio. Ao contrário do que ocorre em condições aeróbicas — solos em pousio —, ao aplicarem 0,2 Kg de calcário/ $m^2$  na água de viveiros com pH de 5,5 e 5 mg/L de  $Ca^{2+}$ , não constataram quaisquer mudanças, nem no fósforo solúvel reativo nem no fósforo total. A fertilização dos viveiros deve ser realizada uma a duas semanas após a calagem, para evitar a precipitação do fósforo em fosfato de cálcio. A constante adição de pequenas quantidades de fósforo ou sulfato de alumínio em águas muito pobres ou muito ricas em fitoplâncton, respectivamente, parece ser a melhor solução sob os pontos de vista ecológico e econômico (Boyd, 1995).

## 6. Procedimentos para as análises do solo do viveiro

Recomenda-se que o aquicultor faça uma análise básica ou completa do solo do viveiro onde deseja criar camarões em um laboratório da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos do Estado. No Rio Grande do Sul e Santa Catarina, as instruções de como proceder para essas análises encontram-se à disposição dos interessados em livretos/folhetos nos laboratórios oficiais Rolas-RS/SC, geralmente localizados nas universidades com curso de agronomia ou engenharia agrícola, sendo que alguns destes laboratórios fazem também análises da água (NRS/SBCS, 1995).

Com os resultados, procede-se à calagem corretiva, se esta se fizer necessária, isto é, no caso de o solo apresentar teores de Ca e Mg trocáveis inferiores a 5  $Cmol^+/L$ . Deve-se tomar por base a cultura do arroz irrigado: a calagem, nesse caso, servirá como fonte de nutrientes para o viveiro e não para a correção do pH do solo e da água, que naturalmente se estabiliza entre 6,0 e 7,0 após 30 dias de inundação (Boyd, 1990). Em viveiros construídos sobre alguns tipos de solo, a estabilização é muito mais rápida. Se for necessária a aplicação dos 1 000 Kg/ha do calcário dolomítico, após dois a três meses (o ideal seria esperar quatro a seis meses), procede-se à adubação de correção do solo com o fósforo e o potássio, sempre seguindo as recomendações para a cultura do arroz irrigado. Após uma semana, completa-se o viveiro com água e espera-se que o pH da água se estabilize. Verifica-se a transparência e, de acordo com a necessidade, procede-se às aplicações de adubos minerais e fertilizantes orgânicos em pequenas doses, semanais ou bimensais.

É preciso salientar que não existe "receita de bolo" ou programa de fertilização mais recomendável para uma determinada região. Cada viveiro deve ser considerado único, com características distintas, reflexo principalmente das manchas de solos que o compõem, da situação geográfica, topográfica, da insolação e ventos do local, além, é claro, dos tipos de organismos que o colonizaram. O auxílio de um especialista ou um aquicultor com experiência é imprescindível para um programa adequado de adubação/fertilização.

Quando os principais parâmetros de qualidade da água estiverem adequados (pH, transparência, OD, temperatura), procede-se à cuidadosa estocagem das pós-larvas ou juvenis — e alevinos de peixes quando se procede o policultivo. Nos locais onde a ação dos predadores aquáticos é muito intensa, o tempo entre o preenchimento do viveiro e a estocagem dos camarões poderá ser diminuído, evitando a colonização prévia dos inimigos naturais, mesmo que isso represente prejuízos na qualidade de água.

## 7. Manejo dos sedimentos e do solo no fundo dos viveiros

### 7.1. Pousio dos viveiros após um ciclo de produção

Em 1990, Boyd já alertava para a crescente preocupação dos aqüicultores com o que fazer com os sedimentos após a drenagem total dos viveiros na despesca final dos camarões (Figura 4). A importância ecológica dos solos do fundo dos viveiros não reside somente no fato de ser um habitat para os organismos bentônicos, mas por ser recipiente de sedimentos orgânicos e inorgânicos e de diversas substâncias críticas à produção primária. O sedimento acumulado é resultante da decomposição microbiana da matéria orgânica referente às sobras de rações, fezes dos camarões, restos de organismos aquáticos e partículas de solo que se decantaram. Essa decomposição anaeróbica diminui o potencial redox, aumentando a concentração de nitrito,  $H_2S$ , metano e outras substâncias reduzidas, que só poderão ser efetivamente controladas durante um período de pousio, quando o sedimento do solo seco é oxidado.



Figura 4 - Vista geral do fundo de um viveiro recém-esvaziado que irá iniciar o pousio.

A cada novo ciclo produtivo, o solo do fundo dos viveiros deve permanecer seco durante algumas semanas, antes de ser novamente enchido. Esse período sem água promove a aeração do solo do fundo do viveiro, encorajando a decomposição da matéria orgânica e destruindo organismos causadores de doenças (Boyd & Teichert-Coddington, 1994).

Durante o período de pousio, o nitrogênio orgânico é mineralizado até amônia, que, por sua vez, é oxidada a nitrato. Quando os viveiros são novamente enchidos com água, as condições anaeróbicas predominam na superfície do solo e o nitrato é convertido em gás nitrogênio (livre) por meio da desnitrificação (Diab & Shilo, 1986). Algumas vezes os carcinicutores de zonas com água de baixa alcalinidade e dureza acrescentam calcário na superfície do solo, aumentando o pH do solo seco em pousio, sendo necessária uma lavragem, o que aumenta a aeração do solo.

Ayub *et al.* (1993) demonstraram que a concentração de matéria orgânica nos solos dos viveiros aumentou durante o período de cultivo pela colocação de estercos, ração e fotossintese, diminuindo após a drenagem dos viveiros durante o pousio. Boyd e Teichert-Coddington (1994) comprovaram que a perda de matéria orgânica em solos de viveiros em pousio também se deve ao aumento da atividade microbiana em resposta à aeração. Isso demonstra que viveiros com aeração suplementar e mais trocas de água apresentam maiores taxas de decomposição da matéria orgânica em cultivo, o que não dispensa o importante período de pousio por uma simples questão matemática: águas tropicais com teores de oxigênio dissolvido próximos da saturação, 5 a 7 mg/L, apresentam somente 0,0005 a 0,0007% de oxigênio dissolvido, concentrações essas ainda menores no fundo dos viveiros, enquanto que o ar é composto por 20,95% de oxigênio. Logo, durante o pousio, a quantidade de oxigênio do ar em contato com a superfície e espaços livres do solo é cerca de 41 mil vezes superior.

Levando-se em consideração que os períodos de cultivo (quando a matéria orgânica é acumulada) são muito mais longos que os períodos de pousio (quando a matéria orgânica é acumulada) e mais eficientemente decomposta, recomenda-se o mínimo de duas a três semanas de descanso, com dias não chuvosos e, de preferência, quentes (Boyd & Teichert-Coddington, 1994). O solo não pode estar totalmente seco, pois além de a 10 e 20%, dependendo do conteúdo crescente de argila do mesmo, a secagem excessiva do solo argiloso poderá provocar uma série de rachaduras ou fendilhamentos que aumentarão a permeabilidade do viveiro. As maiores taxas de decomposição ocorrem nas duas primeiras semanas do pousio. O descanso prolongado de um viveiro em época de seca pode ser um manejo contraprodutivo, a não ser que o solo possa ser eventualmente irrigado para manter a umidade entre 10 e 20%.

O manejo do solo e dos sedimentos de um viveiro em pousio é muito semelhante ao solo agrícola, em especial à cultura do arroz irrigado. Boyd (1992) recomenda a gradeação ou mesmo a aração do fundo do viveiro durante o pousio, uma vez que esse manejo promove o contato do ar com o solo, incrementando a decomposição da matéria orgânica. Assim como no arroz, os solos do fundo dos viveiros devem ser amostrados e analisados em laboratórios especializados. Caso a análise indique pH inferior a 6,5, o viveiro deverá receber calagem com calcário agrícola de acordo com as recomendações de manutenção da cultura do arroz irrigado: 1.000 a 3.000 Kg/ha (Figura 5). No caso de utilizar o hidróxido de cálcio ou o óxido de cálcio, deve-se proceder ao cálculo para a correção do poder relativo de neutralização total, PRNT (NRS/SBCS,



1995), caso contrário, podem-se reduzir as taxas de decomposição da matéria orgânica, além de elevar excessivamente o pH do solo seco. Apesar dessa calagem de pousio ser fonte de cálcio após a inundação do viveiro, praticamente não influencia o pH da água de cultivo, que, naturalmente, estabiliza-se próxima ao pH neutro, exatamente como ocorre no arroz irrigado.



**Figura 5 - Calagem feita a lanço antes do enchimento do viveiro.**

Portanto, pode-se concluir que são várias as vantagens de deixar um viveiro seco durante 15 a 20 dias exposto à luz solar e ao oxigênio atmosférico, antes de qualquer programa de fertilização ou inundação, visando à estocagem de camarões, pois nessa situação ocorrem os seguintes fatores:

- o melhoramento da textura do solo;
- o aumento na disponibilidade de nutrientes para posterior produção primária;
- a colonização de microrganismos bentônicos desejáveis na pós-inundação;
- a mineralização do excesso de matéria orgânica;
- a oxidação e remoção de metabólitos indesejáveis, como o  $\text{CH}_4$  e o  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- a eliminação de predadores, parasitas e macrófitas.

## **8. Manejo dos sedimentos após a inundação**

É muito difícil atuar diretamente no sedimento de um viveiro após o mesmo estar inundado. Apesar disso, existem algumas práticas, como o uso de filtros ou

sedimentadores na água de entrada dos viveiros e a aeração mecânica com uma adequada circulação de água ao longo do viveiro, que beneficiam a decomposição da matéria orgânica, de maneira indireta. Para Boyd (1992), a aeração em excesso poderá causar problemas de erosão do fundo, principalmente nas áreas periféricas, onde ocorrem elevadas velocidades de água. Por outro lado, a sedimentação das partículas erodidas e da matéria orgânica costuma ocorrer nas áreas centrais do viveiro com baixas velocidades de água.

Os principais fatores que afetam a decomposição da matéria orgânica em solos alagados são os seguintes:

- a composição da matéria orgânica - fibras vegetais, substâncias húmicas e não-húmicas que variam em sua relação carbono/nitrogênio. A decomposição mais rápida nas menores relações C:N;
- a temperatura, ideal entre 25°C a 35°C;
- o pH, ideal entre 7,5 e 8,5;
- o fornecimento de nutrientes, principalmente a uréia, 10 a 20 Kg/ha/semana, com a finalidade de diminuir a relação C/N;
- a existência de oxigênio, experimentalmente de 1,3 a 1,5 g por grama de matéria orgânica a ser decomposta;
- o tempo.

Como já foi referido anteriormente, os solos alagados são geralmente bem tampoados e a calagem não é necessária, a não ser em situações em que a alcalinidade e a dureza total natural das águas de cultivo sejam muito baixas, ou seja, inferiores a 40 mg/L de equivalentes de  $\text{CaCO}_3$ . A calagem realizada na água de um viveiro não aumenta o pH da mesma, mas serve para diminuir a amplitude das variações diárias deste parâmetro.

Os raros viveiros construídos em solos ácido-sulfúricos (no sul da Bahia, em alguns locais próximos ao litoral no Espírito Santo e Pernambuco) apresentam o problema crônico de águas ácidas. Esse problema pode ser solucionado com a prevenção da oxidação de ferro-pirita: os viveiros devem ter a menor superfície possível, ser mantidos com água o máximo de tempo possível, não devem ser muito profundos e os taludes devem ser gramados para ter inclinações mais brucas, 2:1 ou menos (Boyd, 1992). Esses procedimentos devem ser observados, pois quando expostos ao ar, esses solos tornam-se extremamente ácidos, pH de 3,5 a 4,0. A calagem durante o pouso diminui o problema pela neutralização do  $\text{H}^+$  formado na oxidação do sulfeto. A alcalinidade da água deve ser frequentemente verificada e quando diminuir dos 40 a 50 mg/L, devem ser adicionados pelo menos 1.000 Kg/ha de calcário agrícola a lanço na água.

Segundo Masuda e Boyd (1994b), a crescente preocupação com o papel ecológico desempenhado pelos solos dos viveiros nos cultivos aquáticos está fundamentada no fato de bentos ser habitat de uma série de organismos, inclusive dos camarões. A troca de gases, nutrientes e substâncias potencialmente tóxicas entre o solo do fundo e a água é um aspecto crítico na dinâmica de um viveiro (Boyd, 1990). Os viveiros são geralmente rasos, com menos de 1,5 metros, muitos deles aerados diariamente, o que não permite as estratificações térmicas e de oxigênio dissolvido. Apesar disso, a decomposição da matéria orgânica sedimentada poderá acarretar condições anaeróbicas no solo do fundo. Para Masuda e Boyd (1994b), a camada anaeróbica, geralmente, se inicia antes do primeiro centímetro abaixo da superfície do solo, enquanto que Avnimelech *et al.* (1981) afirmam que, apesar da interface solo-água, geralmente,

permanecer aeróbica, sob certas condições, poderão ocorrer microambientes anaeróbicos, com a diminuição no crescimento de peixes e crustáceos.

## **9. Manejo da alimentação e condições do solo**

---

O oferecimento de alimentos é um dos principais fatores causadores da deterioração da qualidade da água dos viveiros e do acúmulo de matéria orgânica no fundo. As sobras de rações e fezes são fontes de matéria orgânica diretamente, enquanto que os nutrientes resultantes da decomposição dos excrementos dos camarões, carapaças e matéria orgânica em sedimentação estimulam a produção de matéria orgânica adicional pela fotossíntese do fitoplâncton. À medida que a densidade de estocagem aumenta, a entrada de alimentos no sistema também cresce, e a qualidade da água e as condições do fundo dos viveiros deterioram-se.

Boyd (1990) afirma que, em viveiros de aquicultura, taxas de arrazoamento superiores a 100 Kg/ha/dia não poderão ser utilizadas durante longos períodos de tempo sem prejuízos ao solo do fundo e à qualidade da água de cultivo. A colocação de mais de 20 camarões/m<sup>2</sup> na fase de crescimento não é indicada, a não ser que haja grande quantidade de água de ótima qualidade para realizar trocas da ordem de 30-35% do volume por dia. Problemas dessa natureza já ocorreram em vários países que cultivam camarões na Ásia. Na Tailândia e Taiwan (Formosa), fazendas chegaram a estocar até 60 camarões/m<sup>2</sup> e durante vários anos não realizaram nenhum manejo dos sedimentos, que acabaram se acumulando, causando estresse e mortalidade em cultivos sucessivos. Além disso, os viveiros foram continuamente aerados a uma taxa de até 16 HP/ha (os valores recomendados são quatro vezes inferiores a estes), e as trocas d'água atingiram 20% do volume ao dia. A água dessas verdadeiras lagoas de aeração foi tornando-se escura devido a florescimentos de fitoplâncton, algas filamentosas e aos sólidos em suspensão; estes eram ricos em partículas de solo das paredes e do fundo dos viveiros, que se tornaram lisos e endurecidos. Formou-se uma camada de sedimentos no centro dos viveiros de até 45 cm de altura, ocupando de 25 a 30% da área de fundo, onde as condições eram de total anaerobiose. A água, no entanto, continha elevados níveis de oxigênio dissolvido, sempre superiores a 4-5 mg/L. O autor concluiu que não havia habitat adequado para os camarões nessas condições, pois a escolha que lhe restava eram áreas anaeróbicas ou com fortes correntes de água.

Apesar de muitas empresas declararem que suas rações não poluem a água, Boyd (1992) afirma que tal fato é biologicamente impossível, pois nesse caso, a ração deveria ser 100% convertida em camarões. Ressalta que o correto manejo do arrazoamento e a escolha de uma formulação de baixa conversão são as únicas práticas disponíveis para reduzir o impacto dos restos originados das dietas.

## **10. Manejo dos tratamentos químicos**

---

Uma série de produtos que prometem melhorar a qualidade de água e do solo do fundo dos viveiros estão disponíveis no comércio. No entanto, nenhum deles foi

isenta e adequadamente testado (Boyd, 1992). Os poucos testes realizados até o momento revelaram sua ineficiência. Fazem parte dessa lista, produtos que oxidariam a matéria orgânica ou ajudariam na sua decomposição, transformando o sulfeto em sulfato. São eles os concentrados de bacterias, o cloro, a água oxigenada (e vários peróxidos, incluindo o de cálcio, o único promissor), o óxido de ferro e ricinoleato de potássio.

## 11. Eliminação de predadores

A secagem de pousio com a aplicação de até 0,2 Kg/m<sup>2</sup> de cal virgem no fundo e nas laterais dos viveiros, bem como o uso de filtros de cascalho para a água que entra nos viveiros são as práticas mais comuns e eficientes para eliminar os predadores. A rotenona já foi muito utilizada para controlar os peixes carnívoros nativos, porém, sua falta no mercado brasileiro e as dificuldades na importação oficial fazem seu uso limitado às poucas importações ilegais, principalmente vindas do Peru.

Clifford (1992) apresenta uma relação das principais substâncias químicas, bem como sua ação e dosagem recomendada para desinfetar o fundo dos viveiros de camarões marinhos (Tabela 3). Estas podem ser aplicadas também em tanques e viveiros de camarões de água doce e sua utilização poderá ser economicamente vantajosa, sobretudo nos tanques de concreto dos bergários primários.

**Tabela 3 - Desinfetantes e piscidas.**

| Substância                        | Desinfetante (D)<br>ou piscida (P) | Dosagem recomendada |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Formalina                         | D                                  | 5 - 10 mg/L         |
| Permanganato de potássio          | D                                  | 2 - 4 mg/L          |
| Prata orgânica                    | D                                  | 1 - 10 mg/L         |
| Iodo orgânico                     | D                                  | 1 - 5 mg/L          |
| Verde de malaquita                | D, P                               | não determinada     |
| Hipoclorito de sódio (5,25%)      | D, P                               | 100 - 300 mg/L      |
| Hipoclorito de cálcio (HTH) (65%) | D, P                               | 10 - 300 mg/L       |
| Oxido de cálcio                   | D, P                               | 1.000 - 1.500 Kg/ha |
| Hidróxido de cálcio               | D, P                               | 1.000 - 2.000 Kg/ha |
| Rotenona (5%)                     | P                                  | 1 - 4 mg/L          |
| Cianeto de potássio               | P                                  | 1 mg/L              |
| Calcaríio + sulf. de amônio       | P                                  | 1.000 - 1.200 Kg/ha |
| Pentacloriftenato de sódio        | P                                  | 0,5 - 1,0 mg/L      |
| Malation                          | P                                  | 25 - 50 mg/L        |
| Endrin                            | P                                  | não determinada     |

Fonte: Clifford (1992), com modificações

## **12. Remoção física do lodo dos viveiros**

---

Em certas situações, nas quais o solo do fundo do viveiro é argiloso (mais de 35% de argila), o lodo poderá ser removido após a secagem, quando aparecem as placas de solo endurecido. Essas placas, ricas em matéria orgânica, podem ser removidas com pás e transportadas para hortas e plantações adjacentes. Peterson e Daniels (1992) relatam que, no Equador, a coleta dessa camada orgânica em viveiros de peneídeos é realizada com implementos agrícolas que depositam o material na parte superior do talude. À medida que o tempo passa e a decomposição ocorre, a chuva retorna os nutrientes para dentro dos viveiros, diminuindo as despesas com adubações.

## **13. Considerações finais**

---

A sedimentação de diversos materiais no fundo dos viveiros durante o cultivo é inevitável. Assim, deve-se reduzir a aplicação de calcário, adubo e ração ao mínimo indispensável. Quando a água de abastecimento é muito rica em material em suspensão, devem ser utilizados tanques de sedimentação para evitar que mais partículas penetrem nos viveiros.

A secagem anual dos viveiros com a retirada do excesso de matéria orgânica pode prevenir os principais problemas relacionados com a qualidade da água, pois a matéria orgânica não se decompõe tão rápida e eficientemente em solos encharcados/saturados de água como o faz nos solos secos. Essa secagem poderá ser realizada nos meses mais frios nas regiões Sul-Sudeste, entre as safras, estimulando o contato do solo com o oxigênio do ar, acelerando a decomposição microbiana da matéria orgânica. Outro estímulo à decomposição da matéria orgânica é a lavração ou gradagem do fundo do viveiro, seguida de uma calagem para solos com baixos teores de cálcio.

## **Agradecimentos**

---

O autor agradece aos professores Ema Magalhães Leboutte (UFRGS), Sílvia Maria Guimarães de Souza (UFRGS), José Marino Tedesco (UFRGS), Lourinaldo B. Cavalcanti (IPA-PE), Wagner Cotroni Valenti e Lúcia Sipaúba Tavares (Unesp) pela colaboração na revisão deste manuscrito.

## **Referências bibliográficas**

---

ALABASTER, J.S. & LLOYD, R. 1984. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. 2ª Edição, FAO/University Press, Cambridge, Inglaterra. 361 p.

# 13. POLICULTIVO DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE COM PEIXES

*Sergio Zimmermann &  
João Bosco Rozas Rodrigues*

## 1. Introdução

---

Policultivo é o ato de criar diferentes espécies em conjunto, num mesmo viveiro, quando mais de uma delas tem interesse para o produtor. Diferencia-se do consórcio, que é realizado com animais terrestres e aquáticos. Com exceção dos cultivos superintensivos, praticamente toda a aqüicultura mantém várias espécies no mesmo viveiro, mas isto nem sempre é um policultivo.

Hepher e Pruginin (1981) afirmam que o aspecto mais importante do policultivo é o aumento da produtividade pela melhor utilização do alimento natural. Atualmente, existe um consenso de que a inclusão de espécies de alto valor comercial pode oferecer um acréscimo muito significativo na receita do cultivo, embora nem sempre represente grande aumento de biomassa. Portanto, o policultivo possibilita o aproveitamento mais racional dos viveiros com o uso de espécies de diferentes hábitos alimentares, a obtenção de receita adicional proveniente de outras espécies e até maior produção do próprio camarão de água doce.

O conhecimento do hábito alimentar das espécies a serem utilizadas com o camarão é muito importante. As diversas carpas, principalmente as chinesas e a tilápia-do-nylo são as mais utilizadas.

Apesar de ser uma excelente alternativa, o policultivo de camarões com diferentes espécies de peixes ainda não é muito praticado comercialmente no Brasil, mesmo havendo várias pesquisas disponíveis a esse respeito. O policultivo, além de produzir ganhos adicionais ao aqüicultor sem, praticamente, aumentar os custos operacionais, melhora aspectos da ecologia dos viveiros, principalmente no que diz respeito à qualidade da água, diminuindo a necessidade de renovação.

A colocação dos peixes permite um uso mais racional do viveiro de camarões, aumentando, em algumas situações, a produção do próprio camarão. Para os produtores de peixes, a colocação de camarões em baixas densidades produz uma considerável receita adicional, devido ao alto valor de mercado dos crustáceos.

## 2. Interações entre peixes e camarões e o ambiente de cultivo

Segundo Hephher e Pruginin (1981), os efeitos benéficos do policultivo devem-se a maior estabilidade no teor de oxigênio, redução de predadores e coprofagia. As carpas-prateadas e tilápias consomem o excesso de algas, diminuindo a respiração noturna sem reduzir o teor de oxigênio (Barthelmes *apud* Hephher & Pruginin, 1981); a tilápia e os camarões alimentam-se de detritos do fundo, o que diminui a quantidade de material a ser decomposto pelas bactérias, reduzindo, assim, a demanda bioquímica de oxigênio. A tilápia e o camarão de água doce alimentam-se do esterco da carpa-comum e da carpa-capim; a carpa-comum alimenta-se de detritos produzidos pela carpa-prateada, que não digere todas as algas que consome e, junto com a carpa-capim, produz peletes fecais que serão utilizados pela carpa-comum e pelos camarões, que não conseguem "filtrar" algas livres diretamente na água. Por outro lado, o aumento na densidade e diversidade de animais no viveiro reduz as populações das espécies indesejáveis.

O conhecimento do hábito alimentar, do nicho trófico e da velocidade de crescimento das espécies a serem utilizadas com o camarão de água doce é muito importante. As carpas chinesas, comuns, tilápias e tainhas são excelentes candidatas ao cultivo em conjunto com os camarões. Deve-se tomar muito cuidado com a densidade de estocagem de cada espécie, em especial com a carpa-cabeça-grande, que deve ser sempre inferior a 1.000/ha (Hephher & Pruginin, 1981).

Weisburd (1987) procurou demonstrar porque alguns peixes são mais adequados ao policultivo com o camarão de água doce: em dois experimentos conduzidos no Havaí com alevinos de carpas-prateadas (*Hypophthalmichthys molitrix*) introduzidos em viveiros de 0,4 ha com *M. rosenbergii*, observou que os efeitos positivos obtidos com a introdução dos peixes eram devidos a uma melhoria na qualidade da água de cultivo, notadamente nos teores de oxigênio dissolvido ao amanhecer, devido à movimentação do peixe na coluna d'água, com a consequente desestratificação do oxigênio. Como consequência, foi observada uma correlação significativa entre a produção de camarões e as taxas de estocagem dos peixes: 0, 20, 60, e 240 peixes/tratamento. Além disso, os viveiros estocados com carpas-prateadas nas maiores densidades apresentaram níveis de clorofila-a, carbono e nitrogênio significativamente maiores que o controle (sem peixes), o que pode ser explicado pelo consumo de organismos herbívoros do zooplâncton e do fitoplâncton de maior porte, reduzindo a competição sobre o fitoplâncton menor. Além disso, a movimentação dos peixes pode ter contribuído para a suspensão dos sedimentos, incrementando a taxa de remineralização dos nutrientes (Costa-Pierce *et al.*, 1987).

Rouse *et al.* (1987) e Alston (1989) também descreveram as vantagens da introdução de tilápias nos viveiros com camarões, principalmente nos aspectos físicos e químicos da água, e Fitzgerald (1988) mostrou que em Guam essas vantagens podem variar de ano para ano. Martino e Wilson (1986) compararam o comportamento alimentar e o crescimento do camarão de água doce com duas espécies de hábito alimentar muito semelhante: *Oreochromis mossambicus* (tilápia mossambica) e *Procambarus clarkii* (lagostim americano), concluindo que a maioria das interações

observadas foram intra-específicas, e que o canibalismo detectado entre os crustáceos não foi influenciado pela tilápia.

A carpa-comum e o curimatá (*Prochilodus scrofa*) estão presentes em quase todos os policultivos de peixes da região oeste dos três estados do Sul do país. Uma vez que essas duas espécies apresentam hábito alimentar omnívoro e iliófago, respectivamente, revolvem o lodo para retirar algas, pequenos animais e detritos, competindo por esse espaço com os camarões (Rodrigues, 1995).

Hepher e Pruginin (1981) fizeram especial referência à capacidade filtradora das carpas-prateadas, que alimentam-se de fitoplâncton microscópico com 30-40  $\mu\text{m}$ , enfatizando que estas são próprias para o policultivo com outras carpas e camarões de água doce. Referem que um peixe com 250 gramas filtra até 32 litros de água/dia. A partir de 500-600 g podem crescer, em policultivo, cerca de 10 g/dia. A carpa-prateada evita os florescimentos repentinos de algas. Apesar das vantagens, os autores referem-se à presença de espinhas nos músculos da prateada, o que faz com que a espécie seja pouco apreciada nos mercados, geralmente obtendo preços muito baixos.

Lilyestrom *et al.* (1987) demonstraram, por meio de isótopos estáveis de carbono ( $^{13}\text{C}$ ) na ração, que o camarão em policultivo com o *catfish* americano (*Ictalurus punctatus*) leva desvantagem na apreensão do alimento artificial. Enquanto o conteúdo estomacal do *catfish* era dominado pela ração, estavam presentes no aparelho digestivo dos camarões fezes do *catfish* com alguma ração. Concluíram que a ração contribuiu com 68-99% do crescimento do peixe, e a biota "natural" do viveiro (principalmente insetos) foi responsável pelo restante. A dieta dos camarões era mais dependente dos "alimentos naturais". Esse fato deve acontecer com outras espécies de peixe em policultivo com o camarão.

As despescas são dificultadas quando se deseja retirar somente determinada(s) espécie(s) dos viveiros. Segundo Hepher e Pruginin (1981), os peixes devem ser estocados de tal forma a atingir o tamanho comercial ao mesmo tempo que os camarões, pois as despescas seletivas específicas ocasionarão perdas muito grandes dos animais remanescentes. Afirmam ainda que, ao contrário do que se presume, a estocagem de espécies carnívoras pode ser até recomendável quando se trabalha em locais com desovas indesejáveis de peixes invasores. Recomenda-se a estocagem de alevinos carnívoros pequenos (menores que peixes e camarões não-carnívoros) para que a sobrevivência das várias espécies não seja afetada.

### 3. Policultivo no mundo

---

Em revisão recente, foram localizados 50 artigos publicados referentes ao policultivo do camarão de água doce *M. rosenbergii*. Dentre esses, 37 envolviam peixes denominados "filtradores", isto é, fitoplantófagos como as carpas, em especial a prateada, e as tilápias. Outros referem-se ao policultivo do *M. rosenbergii* com outras espécies de camarões de água doce (Rajyalakshmi & Maheswardu, 1986; Durairaj & Umamaheswari, 1991), com lagostins de água doce (D'Abramo & Daniels, 1992), tainhas (Cohen, 1989; Hulata *et al.*, 1990), *catfish* (Cohen, 1985; D'Abramo *et al.*, 1986; Avault, 1986; Heinen



*et al.*, 1987; Lamou, 1988), camarões marinhos e plantas aquáticas (Roy *et al.*, 1991; Das *et al.*, 1991). Foram encontrados apenas dois trabalhos referentes ao cultivo do camarão com espécie de peixe natural do Brasil, o *Colossoma bidens*, realizados por Engle (1987) na Colômbia e por Rey (1988) no Panamá.

A maioria dos pesquisadores afirma que o policultivo de camarões nas piscigranjas, bem como a introdução dos peixes denominados "sanitários" (carpas e tilápias) nos cultivos de camarões traz vantagens (Costa-Pierce *et al.*, 1987; Scott *et al.*, 1988; Davis, 1990). Sarig (1992) obteve, em experimentos conduzidos no Kibbutz de Nir-David em Israel, um aumento entre 17 e 47% do lucro líquido quando introduziu o *M. rosenbergii* em policultivo com carpas comuns (*Cyprinus carpio*) e/ou tilápias híbridas (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*), sem haver efeitos negativos aos peixes. Engle (1987) analisou, no Panamá, a lucratividade dos monocultivos de tilápias, pacus e camarões de água doce comparando-os aos resultados obtidos em dois sistemas de policultivo: tilápia, carpa-capim e camarão de água doce; pacu, carpa-capim e camarão de água doce. Todos os sistemas de produção mostraram-se rentáveis e a taxa interna de retorno variou de 13% para monoculturas até 23% nos policultivos.

Foram detectadas enormes diferenças nas técnicas utilizadas em pesquisas de policultivo. O país onde se publicou mais trabalhos a esse respeito foi Israel, onde a metodologia parece estar mais desenvolvida e, portanto, as variações entre os relatos são menores (Karpus *et al.*, 1990; Sarig, 1992). Nesse país, o policultivo do camarão é realizado com diversos peixes, inclusive carnívoros, respeitando-se o tamanho de estocagem (Hulata *et al.*, 1988). Dependendo do tamanho da espécie companheira, o camarão poderá ser o predador (Robert & Kuris, 1990). Os mesmos autores recomendam introduzir, em viveiros de carpas e tilápias, juvenis de camarão pesando de 0,25 a 0,5 g em densidade de 2/m<sup>2</sup>. Essa densidade de estocagem também foi utilizada por Karpus *et al.* (1987), que obtiveram ótimos resultados cultivando camarões juvenis separados em três categorias de tamanho, em viveiros de 400 m<sup>2</sup>, em policultivo com tilápias (*Oreochromis* sp.) e carpas comuns (*Cyprinus carpio*), prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), e capim (*Ctenopharyngodon idella*).

Mires (1987), também em Israel, obteve sucesso com juvenis de *M. rosenbergii* estocados a uma densidade de 5-7,5/m<sup>2</sup> em policultivo com alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-nilo) a 0,6-0,7/m<sup>2</sup>. Foram produzidos 1045 Kg/ha de camarões e 2700 Kg/ha de tilápias em 180 dias, com uma receita de US\$ 5309,00 e US\$ 4095,00/ha, respectivamente. Esses valores são muito semelhantes aos obtidos em uma fazenda no Sul do Brasil (dados não publicados). A maior densidade de estocagem dos camarões fez com que fossem necessárias despesas seletivas periódicas a partir dos 120 dias.

Várias experiências de policultivo de camarões com carpas e tilápias foram realizadas na Índia e na Tailândia, porém, os autores não parecem seguir diretrizes tão fixas quanto àquelas encontradas nos trabalhos israelenses (Sastraditwira, 1986; Rajyalakshmi & Maheswaru, 1986; Durairaj & Umamaheswari, 1991). Na Tailândia, Tunsutapanich (1980) estocou *M. rosenbergii* com carpas-capim (*Ctenopharyngodon idella*), carpas-prateadas (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpas-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*) e "mosquito fish" (*Gambusia* sp.); a densidade foi de 50000/ha para os camarões, 30-125/ha para as carpas e 6000-12000/ha para o "mosquito fish". Após 7,5 meses de cultivo, a produção foi de 1340 Kg/ha de camarão, pesando em média 40 g, e 625 Kg/ha de carpas de 2 a 3,5 Kg. Concluiu que a produção de camarões não foi diferente daquela obtida em monocultivo, sendo que o policultivo resultou

numa qualidade de água satisfatória nos viveiros, menores problemas de infestações de algas e maior decomposição da matéria orgânica do sedimento do fundo dos viveiros, produzindo, ainda, mais peixes-iscas ("mosquito fish"). Por esse motivo, o policultivo diminui a necessidade de trocas de água nos viveiros.

No Havai, Costa-Pierce (1987) realizou interessante trabalho de policultivo em viveiros de 0,10 ha com 2,2 m de profundidade, cultivando camarões (*M. rosenbergii*), carpas-prateadas (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpas-comuns (*Cyprinus carpio*) e tainhas-cinza (*Mugil cephalus*) em várias proporções, utilizando a água de drenagem para irrigar 0,79 ha de mamões-papaya (*Carica papaya*), bananas híbridas cv. Williams (*Musa* sp), e abacate Yamigata (*Persea americana*). Concluiu que todos os sistemas de policultivo foram interessantes no consórcio com a fruticultura. Pandian (1987) realizou trabalho muito semelhante na Índia.

#### **4. Policultivo no Brasil e recomendações para estocagem**

Rodrigues (1995) descreveu diferentes sistemas de policultivo do *M. rosenbergii* com carpas e tilápias adequados para as condições do Sul do Brasil. Detalhou as exigências para a introdução dos crustáceos em viveiros de peixes, a necessidade de haver sincronismo de produção para que a despesca seja a mesma e o manejo de estocagem do policultivo com camarões, que é distinto do policultivo tradicional somente com peixes. As carpas-comum, prateada, cabeça-grande e capim, juntamente com a tilápia-do-nilo são as espécies de peixe preferenciais a serem utilizadas em policultivo com o *M. rosenbergii*. Os camarões devem ser estocados em 20.000 PL/ha ou 15.000 juvenis/ha e são possíveis três alternativas de estocagem para os peixes (alevinos II):

**Alternativa I** (policultivo sem tilápia):

- carpa-capim, 500 indivíduos/ha (10%);
- carpa-prateada, 1.750 indivíduos/ha (35%);
- carpa-cabeça-grande, 1.750 indivíduos/ha (35%);
- carpa-comum, 1.000 indivíduos/ha (20%);

**Alternativa II** (policultivo com tilápia sexada):

- carpa-capim, 500 indivíduos/ha (10%);
- carpa-prateada, 1.000 indivíduos/ha (20%);
- carpa-cabeça-grande, 1.000 indivíduos/ha (20%);
- carpa-comum, 500 indivíduos/ha (10%);
- tilápia-do-nilo, 2.000 indivíduos/ha (40%);

**Alternativa III** (policultivo com tilápia sexada, fase de produção de alevinos II para as carpas e terminação para a tilápia):

- carpa-capim, 1.500 indivíduos alevinos I/ha (15%);
- carpa-prateada, 3.500 indivíduos alevinos I/ha (35%);
- carpa-cabeça-grande, 3.500 indivíduos alevinos I/ha (35%);
- carpa-comum, 1.500 indivíduos alevinos I/ha (15%);
- total, 10.000 indivíduos alevinos tipo I/ha (100%) mais 2.000 indivíduos alevinos II/ha (20% das carpas) de tilápia-do-nilo.

A Figura 1 mostra a retirada de peixes em um viveiro de policultivo no Sul do Brasil.

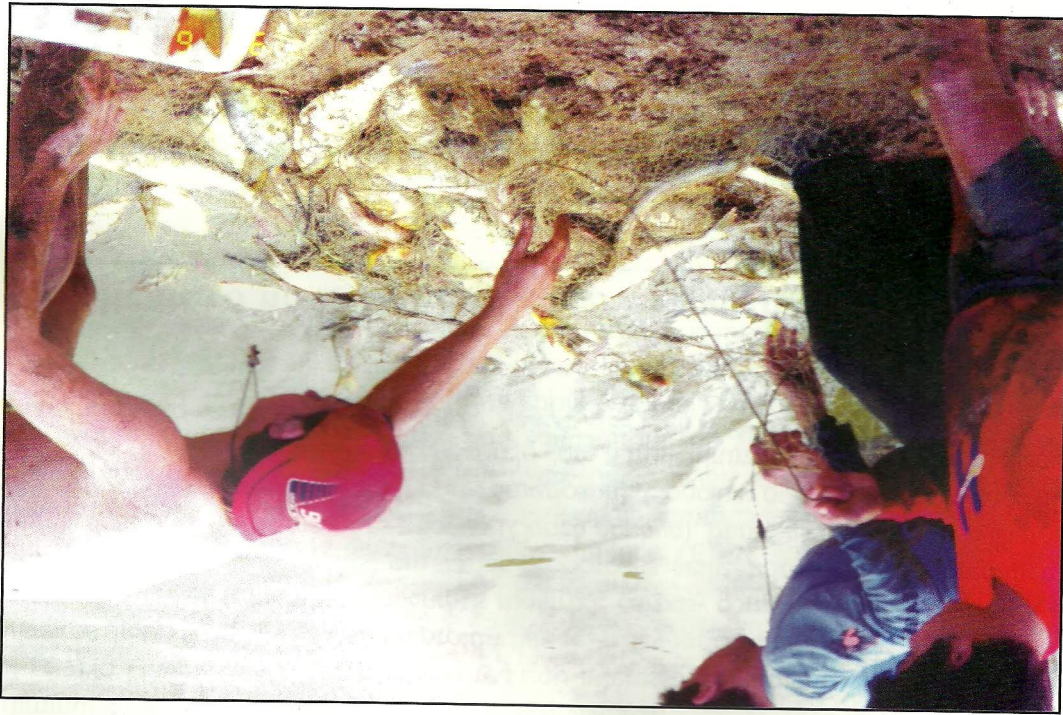


Figura 1 - Despesca de peixes em um viveiro de policultivo no sul do Brasil.

No Rio Grande do Sul, Azevedo (1994) aumentou seu lucro líquido em cerca de 30% com a introdução de carpas-capim (*Ctenopharingodon idella*) em tanques com o *M. rosenbergii*, uma vez que os camarões apresentaram menor variação de tamanho quando os peixes estavam presentes. D'Abrahamo *et al.* (1986) também registraram tal fato. Hephher e Pruginin (1981) destacam que as vantagens de utilizar a carpa-capim residem em sua rápida velocidade de crescimento e na economia de ração. Além disso, o pelete do esterco rico em forrageiras, parcialmente digeridas, produzido por este peixe é muito apreciado pelos camarões. Adisukresno *et al.* (1982) também relatam incrementos na produtividade de camarões de 550 até 2.250 Kg/ha/ano pela introdução de peixes fitoplantófagos, como a tilápia-do-nylo e a carpa-prateada.

No Brasil, para cultivar nas piscigranjas o camarão em baixas densidades, 20-30.000/ha, depende-se cerca de US\$ 200-300,00/ha, pois o custo médio por milheiro de pós-larvas do camarão é de US\$ 10,00 e não há outros custos operacionais. Obtem-se uma receita adicional de US\$ 1,750.00-3,000.00/ha. Situação muito semelhante ocorre em Israel. Apesar da baixa produtividade do camarão nesse tipo de cultivo, que é de aproximadamente 300 Kg/ha, a receita é equivalente ao obtido com a venda do peixe, devido ao seu elevado valor comercial.

No Rio Grande do Sul, todos os criadores de camarão de água doce que adotaram o policultivo com peixes melhoraram seus resultados. Naquele Estado, recomenda-se, nos policultivos com carpas chinesas e/ou tilápias-do-nylo revertidas, a proporção de 100.000 PL ou 60.000 juvenis de camarão (1,2 g) e até 20.000 alevinos (de 10-20 g) do total dos diversos peixes por hectare, colocados junto com os juvenis ou 30 dias após a estocagem das PL. Despesca-se cerca de 1.000 Kg de camarão e até cerca de 5.000 Kg de peixes por hectare/6 meses. Neste caso, a prioridade é o camarão. Proprietários, que tradicionalmente cultivam carpas, estão considerando a possibilidade de estocar camarões em baixas densidades (5.000-10.000/ha), obtendo animais maiores e de alto valor no mercado, com uma produção adicional de 350-600 Kg/ha. Está sendo testado, numa propriedade localizada em Palmares, RS, o policultivo do *Macrobrachium* livre no viveiro com tilápias-do-nylo engaioladas. Rodrigues (1994) obteve, experimentalmente, 360 Kg/ha de camarões com peso médio de 62,3 g, utilizando densidades de 2 - 3 PL/m<sup>2</sup>.

As densidades médias de estocagem em policultivos realizados em sistemas semelhantes ao semi-intensivo, relatados na literatura disponível, foram sumariados na Tabela 1. Os ciclos de cultivo variaram de três a seis meses e a temperatura foi de 26±4°C.

**Tabela 1 - Densidades de estocagem recomendadas. No caso dos peixes, esses valores, geralmente, são referentes a policultivos do peixe em questão com o camarão; quando há mais de uma espécie de peixe deve-se utilizar os valores mais baixos.**

| Espécie                  |               | Estocagem (nº/ha) |           | Produção(Kg/ ha)   |
|--------------------------|---------------|-------------------|-----------|--------------------|
| camarões de<br>água doce | PL            | 4.000-100.000     | (40.000*) | 150-3.700 (1.050*) |
|                          | juvenis       | 2.000-70.000      | (20.000*) | 670-4.200 (1.350*) |
| tilápias                 | do-nylo       | 3.000-20.000      | (11.000*) | 910-9.000 (5.000*) |
|                          | aurea         | 2.000-7.000       | (2.500*)  | 800-2.000 (1.500*) |
|                          | honorum       | 2.500-8.000       | (3.800*)  | 950-4.200 (2.100*) |
|                          | híbridas      | 1.000-16.000      | (6.000*)  | 700-7.000 (4.800*) |
| carpas                   | capim         | 60- 740           | (80*)     | 300-3.700 (2.000*) |
|                          | cabeça-grande | 200-1.000         | (550*)    | 410-2.000 (1.200*) |
|                          | prateada      | 600-5.000         | (2.000*)  | 720-6.000 (2.600*) |
|                          | comum         | 800-8.000         | (4.000*)  | 950-8.000 (4.000*) |

\*indica os valores próximos à média dos trabalhos consultados.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à professora Ema Magalhães Leboute (UFRRGS), ao professor doutor Wagner C. Valenti (Unesp) e ao biólogo Júlio Vicente Lombardi (Instituto de Pesca, SP) que colaboraram na revisão deste manuscrito.

## Referências bibliográficas

- ADISUKRESNO, S.; ESCRITOR, G.L.; TRIBAWONO, D.; WYARSO, B. 1982. Field test of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in Central and East Java, Indonesia. In: *Giant Prawn 1980. Int. Conf. on Freshwater Prawns Farming*, Bangkok (Thailand), Jun 1980. Int. Found. for Sc. Suecia, 1982, p. 462-477.
- ALSTON, D.E. 1989. *Macrobrachium* culture: A Caribbean perspective. *World Aquaculture*, 20(1):19-23.
- AAVAT, J.W., JR. 1986. Seven years of pond research with the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Louisiana. *Aquacult. Mag.*, 12(4):51-54.
- AZEVEDO, M.V. 1994. Comunicação Pessoal - Fazenda Duas Lagoas, Palmares do Sul, RS.
- COHEN, D. 1985. Prawn production in catfish ponds: Verification and plan for diversification. *Aquacult. Mag.*, 11(6):26-36.
- 1989. The introduction of advanced Israeli freshwater aquaculture in Australia. *Austasia Aquacult. Mag.*, 3(1):10-11.
- COSTA-PIERCE, B.A. 1987. Initial feasibility of integrated aquaculture on lava soils in Hawaii. *Aquacult. Eng.*, 6(3):171-182.
- COSTA-PIERCE, B.A.; MALECHA, S.R.; LAWS, E.A. 1987. Field characteristics of prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), with fish polycultures at low feeding rates. *Aquacult. Fish. Management*, 18(4):357-363.
- DAS, D.N.; ROY, B.; MUKHOPADHYAY, P.K. 1991. Rice-fish integrated farming in an open deepwater rice field. *Natl. Symp. on New Horizons in Freshwater Aquaculture, Bhubaneswar, India*. Proceedings... p. 22-23.
- D'ABRAMO, L.R.; ROBINETTE, H.R.; HEINEN, J.M.; RAVANAN, Z.; COHEN, D. 1986. Polyculture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) with a mixed-size population of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 59(1):71-80.
- D'ABRAMO, L.R. & DANIELS, W.H. 1992. Joint production of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* and the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* as part of a crop rotation system. In: *AQUACULTURE '92*, Orlando, FL (USA). Abstracts... p.74.
- DAVIS, J.T. 1990. Other freshwater species (Texas aquaculture). *Texas Aquaculture: Status of the Industry. Review. TEXAS AQUACULTURE CONF. CORPUS CHRISTI, Texas, EUA*. Proceedings... p.99-103.