



Panorama da **AQUICULTURA**



MECANIZAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES E CAMARÕES

Criação de peixes em viveiros e açudes: Parte I • Aditivo nutricional Alltech aumenta sobrevivência e diminui parasitismo em tilápias • Uma abordagem holística para combater a EMS • O que é endogamia e como controlá-la • Existe crédito na aquicultura! É só estar legalizado, organizado e saber usar • Aquaciência 2014 reúne acadêmicos em Foz do Iguaçu

No Brasil muita gente cria e engorda peixes em açudes e viveiros. Viveiros são tanques construídos no solo sem revestimento. A “capacidade segura” de produção de peixes em açudes e viveiros depende, principalmente, da quantidade de ração que pode ser aplicada diariamente sem comprometer a qualidade da água. Me refiro à “capacidade segura de produção” ao invés de “produção máxima” de peixes que pode ser atingida. O oxigênio é o primeiro fator que limita a capacidade de produção de peixes em viveiros e açudes. Peixes expostos ao baixo oxigênio crescem devagar, convertem pior o alimento e ficam mais susceptíveis às doenças. Eventualmente, até mesmo param de crescer e podem morrer subitamente diante de déficit de oxigênio mais prolongado. Geralmente as perdas de peixes por déficit de oxigênio ocorrem próximo do final dos ciclos de cultivo, quando muito tempo e dinheiro já foram investidos na produção. Isso implica em consideráveis perdas econômicas ao produtor e ao ambiente (recursos desperdiçados em vão). Não raro os produtores perdem estoques inteiros de peixes por déficit de oxigênio. Essas perdas poderiam ser evitadas com um simples controle diário do oxigênio dissolvido em cada um dos viveiros e açudes. Embora sejam conscientes da importância da qualidade da água para o bom resultado dos seus empreendimentos, muitos piscicultores não monitoram o oxigênio, tampouco outros parâmetros de qualidade de água como deveriam. Produzir peixes em açudes e viveiros sem monitorar a qualidade da água (especialmente o oxigênio), é como dirigir um carro numa noite de nevoeiro e chuva: não se vê nada e uma hora acontece uma tragédia. Nesse artigo retomo a discussão sobre biomassa econômica e segura, controle do oxigênio e estratégias para otimizar a produção de peixes em viveiros e açudes. Como o assunto é extenso, nessa edição falaremos dos fundamentos que considero essenciais e que todo piscicultor deve compreender e aplicar.



Por:
Fernando Kubitz, Ph.D.
Acqua Imagem Serviços em Aquicultura
fernando@acquaimagem.com.br

Criação de peixes em viveiros e açudes | Parte I

Os Fundamentos que precisam ser aplicados



Resíduos gerados na produção

Consideremos necessário 1,5 kg de ração para produzir um quilo de peixe em viveiros (ver **Figura 1**). Como a ração tem aproximadamente 90% de matéria seca (MS), 1,5 kg de ração contém 1.350 g de MS. Cada quilo de peixe que foi produzido acumula 280 g de MS. Os restantes 720 g é água que foi assimilada do ambiente. A conta aqui é simples: são lançados 1.350 g de MS na forma de ração e recuperados apenas 280 g de MS no peixe para cada quilo de peixe produzido. Recupera-se, portanto, pouco mais de 25% da MS aplicada via ração. Os 75% restantes (1.070 g de MS neste exemplo) ficam nos açude e viveiros, como fezes, muco, gás carbônico e amônia, gerados na excreção dos peixes. Na proporção de toneladas, significa que deixamos nos viveiros mais de 1 tonelada de carga poluente a cada tonelada de peixe produzida. A carga poluente pode ser ainda maior com rações de pior qualidade. Se ao invés de 1,5 a conversão alimentar for 2,0 ou 2,5 quilos de ração para cada quilo de peixe, cerca de 1.520 e 1.970 kg MS seriam despejados nos viveiros e açudes a cada tonelada de peixe produzida.

Primeiro fundamento – o impacto da taxa de alimentação sobre o oxigênio dissolvido

Considero esse o mais importante fundamento para a produção de peixes em açudes e viveiros. Diz respeito ao modo como a alimentação impacta a qualidade da água, em especial o oxigênio dissolvido. O produtor sabe que precisa manter adequada qualidade de água nos viveiros para não prejudicar o desempenho e saúde dos peixes. Assim, precisa reconhecer que cada viveiro ou açude tem uma capacidade de assimilar os resíduos gerados na produção. Essa capacidade depende, especialmente, da qualidade da ração, da possibilidade de renovar água e da possibilidade de prover aeração.

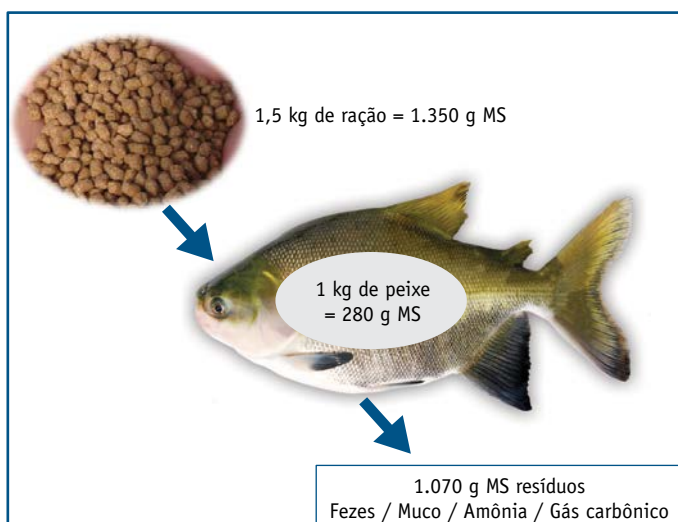
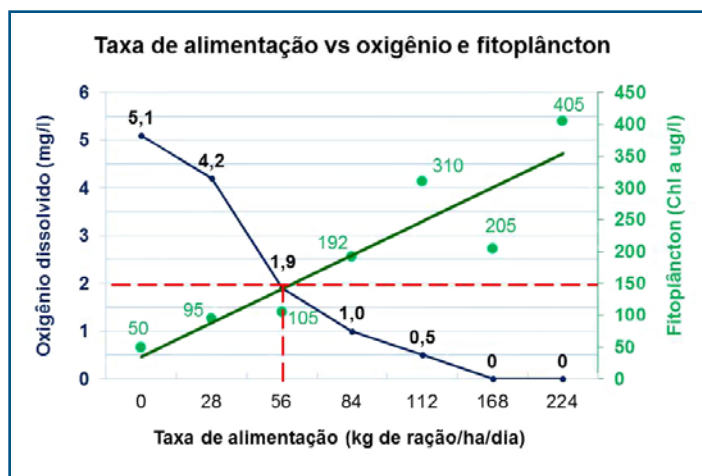


Figura 1 – Ilustração do balanço de matéria seca e da geração de resíduos (fezes, amônia, muco e gás carbônico). No exemplo, 1.350 g de MS na forma de ração são aplicados e apenas 280 g são retidos nos peixes. A diferença foi parar no ambiente de cultivo, como produtos da excreção dos peixes

"O produtor precisa reconhecer que cada viveiro ou açude tem uma capacidade de assimilar os resíduos gerados na produção. Essa capacidade depende, especialmente, da qualidade da ração, da possibilidade de renovar água e da possibilidade de prover aeração."

Cole e Boyd (1986) avaliaram o impacto da taxa diária de alimentação sobre o oxigênio dissolvido e desenvolvimento (abundância) do fitoplâncton em viveiros com baixa renovação de água (ver ilustração na **Figura 2** – azul para oxigênio e verde para fitoplâncton). Em viveiros onde nenhuma ração foi aplicada (taxa de alimentação zero) o valor mínimo de oxigênio registrado foi de 5,1 mg/l. Observe que o oxigênio declinou com o aumento na taxa máxima de alimentação diária. Em tanques onde foram aplicados mais que 112 kg de ração/ha/dia, o oxigênio chegou a zero. Os baixos valores de oxigênio pela manhã estão associados à maior abundância de fitoplâncton, favorecido pelo maior aporte de nutrientes quando a taxa de alimentação se eleva. De acordo com os resultados sumarizados na **Figura 2**, para não ocorrer oxigênio abaixo de 2 mg/litro (linha horizontal vermelha no gráfico), a taxa diária de alimentação não deve ultrapassar 50 a 60 kg ração/ha. Podemos concluir da **Figura 2** que, quando o estoque de peixe na água demandar 80 kg ou mais de ração por hectare/dia, o produtor precisará dispor de aeração para manter níveis adequados de oxigênio na água. Acima de 112 kg de ração/ha/dia o criador deve estar ciente que, em algum momento do cultivo o oxigênio poderá chegar a zero ou próximo disso, colocando em risco todo o estoque. Desse modo, sempre que a taxa de alimentação exceder 80 kg/ha dia, o piscicultor deve providenciar aeração e/ou alguma renovação de água.



Adaptado de Boyd and Cole (1986)

Figura 2 – Ilustração do impacto da taxa de alimentação sobre o oxigênio dissolvido (mg/l) e o desenvolvimento do fitoplâncton (medido pela concentração de clorofila – Chl a - na água). Esse estudo foi realizado em viveiros com baixa renovação de água (adaptado de Cole e Boyd, 1986). Observe que quanto mais alimento é aplicado, menores ficam os níveis de oxigênio pela manhã e mais denso fica o fitoplâncton (água mais verde)

O conceito de biomassa segura

Quanto mais peixes um piscicultor espera produzir em um viveiro ou açude, mais ração ele terá que aplicar diariamente, gerando uma quantidade cada vez maior de resíduos. Esses resíduos demandam oxigênio para serem oxidados e precisam ser assimilados no ambiente de cultivo, sem comprometer a qualidade da água. A quantidade de ração capaz de ser assimilada em um viveiro ou açude sem prejudicar a qualidade de água, depende, especialmente, da qualidade da ração, da possibilidade de renovar a água e da disponibilidade de aeração no empreendimento.

Biomassa segura é a quantidade máxima de peixes que pode ser mantida e alimentada nos viveiros sem que haja uma deterioração da qualidade da água que provoque prejuízo ao desempenho ou mesmo perdas de peixes por doença, asfixia ou intoxicação por amônia. Na **Tabela 1** reúnem os limites de alimentação e de biomassa que considero seguros na criação de peixes em açudes e viveiros. Note que os limites seguros de alimentação e produção aumentam com a possibilidade de renovar a água e/ou de prover aeração nos açudes e viveiros. Grande parte das pisciculturas no Brasil não conta com aeração e ainda tem limitações no abastecimento de água. Portanto, sem aeradores e com baixa renovação de água, a taxa de alimentação nas etapas finais do cultivo não deve ultrapassar 40 a 60 kg de ração/ha/dia. Essa quantidade de ração é segura e suficiente para sustentar 4 a 6 toneladas de peixes/ha, sem prejudicar a qualidade da água. Conhecendo esse limite, o produtor deve ajustar a densidade de estocagem para não superar a biomassa de 600 g de peixes por m². Ou seja, para produzir peixes de 1 kg, a densidade na etapa final do cultivo não

"Cada propriedade, viveiro ou açude, tem uma capacidade segura de produção que precisa ser respeitada. Os problemas de qualidade de água começam a ocorrer quando o piscicultor excede os limites de alimentação sem contar com os recursos necessários para isso."

deve superar 6.000 peixes por hectare ou 0,6 px/m². Se o peso de mercado for 2 kg, a estocagem deve ser a metade, ou 3.000 px/ha. O piscicultor que almeja produção de 8 toneladas/ha estocará mais peixes e aplicará mais ração. Nesse caso a taxa de alimentação no final do cultivo deve se estabilizar ao redor de 80 kg/ha/dia. Para tanto, será necessário prover aeração ou uma renovação de água da ordem de 5 a 10% ao dia. Caso o piscicultor possa contar com ambos esses recursos ao mesmo tempo (5 a 10% de renovação de água e adequada aeração), mais peixes poderão ser estocados (1 a 1,5 peixe/m² para um peso final de 1 kg) e maior poderá ser a taxa de alimentação (100 até 150 kg de ração/ha/dia). Portanto, é possível atingir uma biomassa segura entre 10 e 15 toneladas/ha. Produções maiores requerem mais renovação de água e aumento na potência de aeração (mais aeradores em um mesmo viveiro ou açude).

Assim, cada propriedade, viveiro ou açude, tem uma capacidade segura de produção que precisa ser respeitada. Os problemas de qualidade de água (baixo oxigênio e níveis tóxicos de amônia, entre outros) começam a ocorrer quando o piscicultor excede os

limites de alimentação sem contar com os recursos necessários para isso (aeração, renovação de água, ração de boa qualidade, etc.).

Quando a aeração é necessária?

No gráfico da **Figura 3** podemos encontrar a resposta para essa questão.

Esse gráfico foi elaborado após a visita a uma piscicultura em Rondônia. Como parte do trabalho de campo, registramos o oxigênio entre as 7 e 8 horas da manhã em 31 viveiros, em sua maioria estocados com tambaquis. Cada ponto do gráfico representa um viveiro, com sua estimativa de biomassa e a leitura do oxigênio. Com base nesse gráfico, o administrador da propriedade compreendeu o seguinte:

1) Primeiro - se ele quiser evitar que o oxigênio fique abaixo de 3 mg/litro pela manhã, a biomassa de peixes nos viveiros não pode exceder a 6.000 kg/ha.

2) Segundo - caso ele queira aumentar de forma segura a produção para valores acima de 8.000 kg de tambaquis por hectare, ele precisará prover aeração noturna nos viveiros a partir do momento em que a biomassa se aproximar de 6.000 kg/ha.

3) Terceiro - ele pode observar que no viveiro com a maior biomassa (cerca de 15 toneladas/ha) o oxigênio estava extremamente baixo (0,5 mg/l) e os peixes respirando na superfície com os lábios expandidos (sinal típico nos tambaquis sob baixo oxigênio - hipoxia). O produtor ainda observou que os peixes naquele tanque estavam a mais de duas semanas sem se alimentar direito e, geralmente, boquejando nas primeiras horas da manhã. Se fosse outra espécie menos tolerante ao baixo oxigênio, grande parte dos peixes já estaria morta naquele momento.

Tabela 1 - Taxas de alimentação e biomassas seguras na produção de peixes em viveiros e açudes com ou sem renovação de água ou aeração. Estocagem máxima para produzir peixes de 1 kg

Renovação de água (%/dia)	Aeração	Máx. Ração (kg/ha/dia)	Biomassa segura (t/ha)	Estocagem máx (px/ha)
Ausente	Ausente	40 a 60	4 a 6	6.000
Ausente	Disponível	60 a 80	6 a 8	8.000
5 a 10%	Ausente	80 a 100	8 a 10	10.000
5 a 10%	Disponível	100 a 150	10 a 15	15.000
10 a 20%	Ausente	150 a 200	15 a 20	20.000
10 a 20%	Disponível	200 a 300	20 a 30	30.000

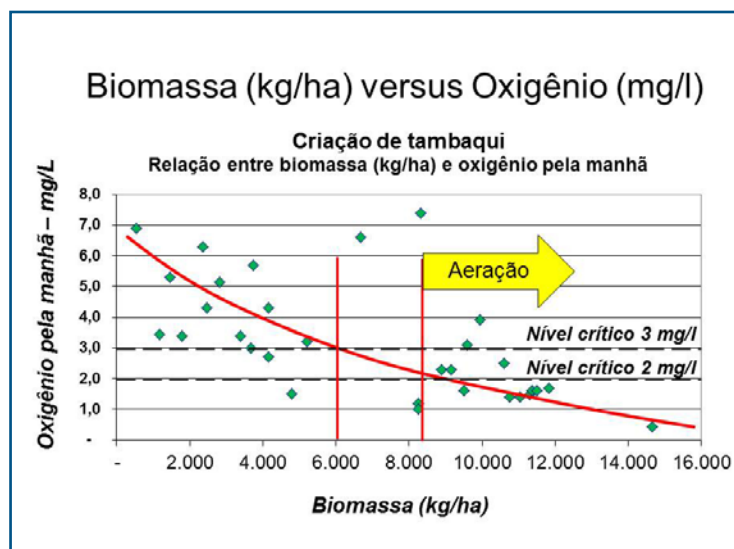


Figura 3 - Relação entre oxigênio dissolvido e biomassa instantânea de peixes em viveiros usados na criação de tambaquis. Com biomassa até 6.000 kg/ha geralmente não ocorrem muitos problemas com baixo oxigênio pela manhã. No entanto, acima de 8.000 kg/ha frequentemente o oxigênio pela manhã ficará abaixo de 2 mg/l, sendo importante contar com aeração

Podemos simplificar o Gráfico da **Figura 3** da seguinte maneira: se a meta é produzir 8 toneladas por hectare, definitivamente é preciso contar com algum equipamento para aeração de emergência, pois mais cedo ou mais tarde o oxigênio vai cair abaixo de 2 mg/l. Se a meta de produção for de até 6 toneladas por hectare, é possível ficar sem equipamento de aeração, embora sempre é recomendável dispor de algum tipo de aerador na piscicultura para uma eventual emergência.

O segundo fundamento - conceito de biomassa segura e econômica

O segundo fundamento que considero essencial na criação de peixes em viveiros e açudes está relacionado ao conceito de biomassa segura e econômica, que deve ser bem compreendido e aplicado pelos piscicultores. Os viveiros e açudes têm uma capacidade máxima de produção, que chamamos de **capacidade de suporte**. Quando um açude ou tanque se aproxima da capacidade de suporte, o risco e o custo de manutenção do estoque de peixes ficam cada vez maiores, elevando o custo de produção. Além do mais, muito tempo e dinheiro já foram gastos até esse ponto e, uma eventual perda do estoque nesse momento (por déficit de oxigênio ou doença) traria grandes prejuízos ao produtor. A **Tabela 2** nos ajuda a compreender claramente o conceito de biomassa segura e econômica, que também é aplicado para outras espécies de peixes. Embora esse estudo tenha sido realizado com o catfish americano, o seu conceito

se aplica inteiramente ao cultivo de tilápias, tambaquis e à maioria dos peixes criados no Brasil.

No estudo de Tucker os viveiros não dispunham de aeração, tampouco de renovação de água. Os tanques foram estocados com 5, 10 ou 15 mil peixes por hectare (ou seja, 0,5, 1,0 ou 1,5 px/m²). Observe que com 0,5 px/m² a taxa máxima de alimentação mantida foi de 34 kg de ração/ha/dia. Mais do que o dobro (78 kg/ha/dia) precisou ser aplicado nos tanques com 1,5 peixes/m². Observe que os níveis médios de oxigênio pela manhã ficaram cada vez menores com o aumento na oferta de alimento. Nos tanques com 1,5 px/m² e taxa de alimentação de 78 kg/ha/dia o valor médio do oxigênio ficou em 2,1. Ou seja, ocorreram valores acima e abaixo de 2,1 mg/l. Os baixos níveis de oxigênio pioraram o crescimento e a conversão alimentar, além de resultar em menor sobrevivência dos peixes nos viveiros sob maior taxa de alimentação. É importante ressaltar que, embora a qualidade dos juvenis e da ração tenha sido a mesma para todos os viveiros, houve uma diferença significativa no crescimento (390 vs 604 g), na conversão alimentar (2,5 vs 1,3) e na sobrevivência (83 vs 99%) entre os viveiros com menor e os com maior densidade de peixes. Essa diferença somente pode ser explicada pela deterioração da qualidade da água nos tanques mais densamente estocados. Assim, antes de culpar a ração ou o alevino por um eventual mau resultado na produção, o piscicultor deve estar seguro de que conseguiu manter adequada qualidade da água durante o cultivo.

Biomassa segura e econômica - olhando para a **Tabela 2**, devemos fazer a seguinte pergunta: é melhor produzir 5.000 ou 3.000 kg de peixes por hectare? A resposta a essa pergunta nos ajuda a compreender o conceito de biomassa econômica. Nas minhas palestras uso essa tabela e levanto a mesma questão. Os produtores, técnicos, curiosos, etc. olham para a tabela e pensam, pensam, pensam... Após alguns segundos pensando na pergunta e conversando entre si, alguns produtores arriscam afirmar que é melhor produzir 3.000 do que 5.000 kg/ha. Na maioria das situações, isso realmente é verdade. Especialmente se o preço

Tabela 2 – Impacto da estocagem e taxa de alimentação sobre o oxigênio dissolvido e o desempenho do catfish

Efeito da densidade de estocagem e qualidade da água sobre o desempenho produtivo e a sobrevivência do Bagre-do-canal estocados em viveiros sob diferentes densidades (Tucker et al. 1979)

Estocagem (peixes/ha)	Taxa de alimentação (kg/ha/dia)	O ₂ médio de manhã (mg/l)	Sob. (%)	Peso médio final (g)	Produção (Kg/ha)	Conv. Alim.
5.000	34	4,5	99	604	2.990	1,3
10.000	56	3,1	93	440	4.100	1,7
15.000	78	2,1	83	390	4.860	2,5

"Para aumentar a produção de peixes é preciso fornecer mais ração e, portanto, maiores ficam os níveis de amônia total na água, demandando renovação de água nos tanques ou a adoção de práticas para controlar o desenvolvimento das microalgas e, assim, a excessiva elevação de pH que o fitoplâncton provoca na água."

de venda do peixe não for muito favorável (margem de lucro apertada). Vamos considerar que o peixe é vendido a R\$ 4,00/kg e que a ração custe R\$ 1,40/kg. Olhando na **Tabela 2**, vemos que para a densidade de estocagem mais baixa, embora a produção total tenha sido menor, a conversão alimentar foi otimizada em 1,3, resultando em gasto de ração de R\$ 1,82/kg de peixe. Para a maior densidade e produção, a conversão foi de 2,5, resultando em custo de ração de R\$ 3,50/kg de peixe. Considerando apenas o custo de ração na composição do custo de produção (embora haja outros custos), vamos perceber facilmente que, nesse caso, seria mais vantajoso produzir 3.000 do que 5.000 kg/ha. Com o preço de venda de R\$ 4,00/kg de peixe, o lucro seria de R\$ 2,18 para a menor produção (2.990 kg) e R\$ 0,50/kg para a maior produção (4.860 kg). Se multiplicarmos o lucro por quilo pela quantidade de peixes produzida teremos o lucro por hectare de

tanque (descontado apenas o custo da ração). Nesse caso, R\$ 6.518/ha para a menor estocagem e produção, um lucro 2,7 vezes maior do que o obtido com a maior estocagem e produção (R\$ 2.430/ha). Para empatar as contas entre esses dois extremos de produção, o preço de venda deveria ser próximo de R\$ 6,20/kg. Para não complicar muito, desconsideramos aqui o tempo necessário para o peixe atingir o peso de mercado. Esse tempo é mais curto na menor densidade de estocagem. Obviamente que qualquer produtor gostaria de produzir 5.000 ao invés de 3.000 kg de peixe no mesmo espaço de tanque. Sei que muitos produzem bem mais do que isso de forma segura, pois contam com aeração e capacidade de renovação de água para isso. Mas, a realidade de grande parte das pisciculturas é de pouca água e nenhum aerador. Muitos produtores relatam que, em um determinado momento do cultivo, os peixes param de crescer. Isso coincide, exatamente, com o momento em que eles começam a observar com maior frequência os peixes boquejando na superfície dos tanques pela manhã. Este é o sinal mais claro de que a biomassa de peixes em um tanque está próxima do limite ou capacidade de suporte. Produtores que criam tilápias ou tambaqui, por exemplo, sofrem menos prejuízos pelo fato dessas espécies serem mais tolerantes ao baixo oxigênio. No entanto, mesmo que os peixes não morram, será preciso mais tempo para que atinjam o peso de mercado e um consumo maior de ração por quilo de peixe produzido, visto que a conversão alimentar piora com a deterioração da qualidade da água. De forma silenciosa, isso acaba atingindo o bolso do produtor. A cada ano a disponibilidade de água em alguns locais parece ficar mais restrita, obrigando os produtores a ajustar suas densidades de estocagem e biomassa segura.

Duas conclusões podem ser tiradas dos dados da **Tabela 2**: Primeiro, estocar mais peixes não necessariamente implica em obter mais lucros. Segundo, é preciso ficar mais atento à qualidade da água, especialmente ao oxigênio, que pode impactar severamente o ganho de peso, a sobrevivência e a conversão alimentar, elevando assim o custo de produção. Essas conclusões seriam maravilhosas, não fosse pelo fato de que, passado alguns dias, muitos nem vão mais se lembrar dessa tabela e conceito. Do mesmo modo que as promessas de final de ano, onde a maioria não sobrevive à primeira quinzena de janeiro. Por isso trago esse assunto novamente à tona, após diversas matérias já escritas nessa revista sobre a importância de monitorar a qualidade da água, na esperança de que, um dia, pelo menos os produtores monitorem regularmente o oxigênio em seus viveiros e açudes e compreendam os limites de produção.

A produção pode ser aumentada indefinidamente provendo mais aeração?

A resposta para essa pergunta é NÃO. O produtor pode aumentar a produção colocando mais aeradores em

um determinado viveiro ou açude, até o ponto em que o oxigênio deixa de ser o fator limitante. A partir desse ponto a concentração de amônia passa a ser o novo fator limitante da produção.

Em viveiros com baixa renovação de água, a partir de uma oferta de ração de 80 kg/ha ocorre uma significativa elevação na concentração de amônia total, como podemos observar na Tabela 3. Aumentos subsequentes na taxa de alimentação estimulam um excessivo desenvolvimento do fitoplâncton, a notar pelo aumento na concentração de clorofila na água. A intensa fotossíntese realizada pelo fitoplâncton eleva o pH da água ao longo do dia. Valores de pH acima de 10 são comumente registrados a partir do meio dia nos viveiros com águas extremamente verdes e baixa transparência. Nessas condições quase 90% da amônia total presente na água estará na forma tóxica (NH_3). Para aumentar a produção de peixes é preciso fornecer mais ração e, portanto, mais elevados ficarão os níveis de amônia total na água, demandando renovação de água nos tanques ou a adoção de práticas para controlar o desenvolvimento das microalgas e, assim, a excessiva elevação de pH que o fitoplâncton provoca na água. A renovação da água dos viveiros é necessária, tanto para diminuir a quantidade de amônia total na água, como para reduzir o fitoplâncton (aumentar a transparência da água). Há ainda outras formas interessantes de controle do fitoplâncton: uma delas através do aumento da turbidez mineral da água. Outra, pela competição (por luz e nutrientes) com plantas aquáticas flutuantes, como o aguapé, salvinia, alface d'água, entre outras plantas aquáticas. Essas são estratégias que podem ser melhor exploradas pelos piscicultores e que discutiremos com mais detalhe na segunda parte dessa matéria.

Tabela 3 - Impacto da taxa de alimentação sobre o oxigênio (OD), amônia (N-NH_3) e fitoplâncton (Chl a) em viveiros com baixa renovação de água

Taxa de alimentação (kg/ha/dia)	OD mínimo (mg/L)	Chl a máximo ($\mu\text{g/L}$)	N-NH_3 Máx. (mg/L)
0	5,1	50	0,9
28	4,2	95	1,0
56	1,9	105	2,6
84	1,0	192	4,2
112	0,5	310	4,1
168	0	205	4,5
224	0	405	4,7

Fonte: Adaptado de Cole e Boyd (1986)

NUTRIÇÃO E SAÚDE

STRONG FISH® suplemento imunestimulante e antiestresse para alevinos e reprodutores.

Suplementos nutricionais

- Polivitamínico e mineral completo
- Vitamina C monofosfato (35% vitamina C)
- Vitamina C revestida (98% vitamina C)

AERAÇÃO

Difusores de ar

- Difusor circular (disco 20 cm de diâmetro)
- Difusor tubular (17 ou 25 cm)



Mangueiras microperfuradas a laser - para difusão de oxigênio em caixas de transporte de peixes e em tanques de depuração.

Mangueira cristal de 1/2 e 3/4 " - para sistemas de aeração por ar difuso ou incubadoras.

Registro com junção bilabial - em polietileno para encaixe direto em tubulação de ar ou água.

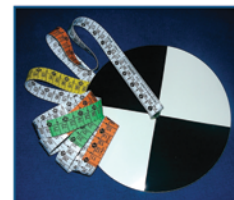
Bomba submersa 0,5 HP - para circulação e aeração da água em tanques de produção de peixes, hapas de reprodução de tilápia e em tanques de depuração, dentre diversas outras aplicações.

QUALIDADE DA ÁGUA

ACQUA ANÁLISES® kit portátil para análises de água - pH, amônia total, alcalinidade total, dureza total e gás carbônico.



Disco de Secchi



Testes individuais de análises de água

- pH (colorimétrico)
- Alcalinidade total (titulométrico)
- Dureza total (titulométrico)
- Amônia total (colorimétrico)
- Nitrito (colorimétrico)
- Oxigênio dissolvido (titulométrico)



CLASSIFICADOR DE PEIXES

ACQUA GRADE® classificador de peixes com barras ajustáveis para alevinos e juvenis de 0,3 a 30g. Flutuante e leve (5kg), feita em material não corrosível. Dimensões: 55 x 35 x 30cm



PUBLICAÇÕES TÉCNICAS

- Controle financeiro na aquicultura
- Cultivo de peixes em tanques
- Nutrição e alimentação dos peixes cultivados
- Planejamento da produção de peixes
- Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados
- Projetos Aquícolas: planejamento e avaliação econômica
- Piscicultura em sistema de recirculação e de bioflocos bacterianos **novo**
- Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões
- Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos
- Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial **nova edição**
- Transporte de peixes vivos

Recirculação
e Bioflocos
(Kubitzka, 2011)

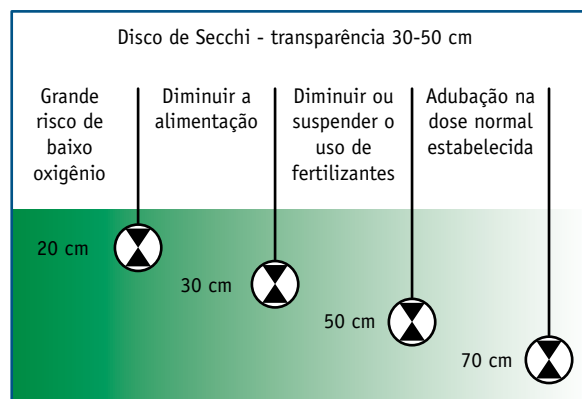
Tilápia
(Kubitzka, 2011)
Edição atualizada
e expandida

"Em geral, os produtores alimentam os peixes sem observar os limites de ração que cada viveiro ou açude é capaz de suportar. A desatenção a esses limites faz com que ocorra um desenvolvimento excessivo do fitoplâncton nos tanques de cultivo."

Por que ocorrem déficits de oxigênio e toxidez por amônia nos peixes criados em viveiros e açudes?

Simplesmente pelo fato dos produtores ignorarem os dois fundamentos apresentados nesse artigo. Em geral, os produtores alimentam os peixes sem observar os limites de ração que cada viveiro ou açude é capaz de suportar. A desatenção a esses limites faz com que ocorra um desenvolvimento excessivo do fitoplâncton (microalgas) nos tanques de cultivo. Isso, combinado com a elevação na concentração de amônia total na água, pode ser fatal para a maioria dos peixes que cultivamos. A fotossíntese realizada pelo fitoplâncton provoca oscilações no oxigênio e no pH da água ao longo do dia. Quanto mais fitoplâncton houver na água de um viveiro (quanto mais verde for a água), maior serão essas oscilações. A combinação pH elevado e altos níveis de amônia total na água é algo que os produtores devem evitar. Portanto, a falta de respeito ao limite de alimentação é a principal causa dos problemas com baixo oxigênio e intoxicação por amônia que ocorrem em viveiros e açudes. O controle da população de fitoplâncton nem sempre é fácil, embora seja fundamental para manter um ambiente saudável para os peixes. Diversas estratégias de controle de fitoplâncton já foram discutidas em outros

Figura 4 – Ilustração do controle da transparência da água (fitoplâncton) com o uso do disco de Secchi. A meta é manter a transparência da água entre 30 e 50 cm, utilizando estratégias de controle do fitoplâncton, entre elas a limitação da oferta de ração e renovações periódicas de água onde possível



artigos publicados nessa revista. A mais eficaz de todas é limitar a disponibilidade de nutrientes, através do uso de rações de alta qualidade e do respeito aos limites de alimentação, de acordo com a disponibilidade de aeração e renovação de água de cada piscicultura.

Monitoramento do fitoplâncton (Disco de Secchi)

Mesmo não dispondo de um oxímetro, os produtores podem prevenir-se de problemas com baixo oxigênio, usando o disco de Secchi, um equipamento simples e barato. O disco de Secchi é usado para monitorar a transparência da água, ou seja, a profundidade em que o disco desaparece na água. Quanto mais fitoplâncton, menor a transparência da água. Assim, a transparência da água medida com esse disco pode, indiretamente, nos dar uma ideia do risco de ocorrência de baixos níveis de oxigênio na água. De um modo geral, se o produtor conseguir manter a água dos viveiros verdes (com fitoplâncton) e com transparência entre 30 e 50 cm (uma densidade moderada de fitoplâncton), raramente ocorrerão níveis de oxigênio abaixo de 2 mg/l pela manhã.

O piscicultor deve ainda adotar práticas de manejo para conter a excessiva proliferação das microalgas. Algumas estratégias para isso são: a) limitar a oferta de ração; b) realizar trocas periódicas de água; c) usar “ilhas com plantas aquáticas” para competir com o fitoplâncton, bloqueando a luz e retirando nutrientes da água; d) elevar intencionalmente a turbidez da água. Isso reduz a entrada de luz e pode aumentar a adsorção de fosfatos nas partículas de argila, desfavorecendo o fitoplâncton; e) uso de algicidas; g) remoção periódica da água superficial rica em fitoplâncton, com o uso de drenos de superfície posicionados nos locais onde o fitoplâncton se concentra pela ação do vento. A água descartada com o fitoplâncton é rica em sólidos e nutrientes. Portanto, ao invés de descartada diretamente em córregos, deve ser direcionada para a irrigação de plantas ou para áreas alagadas e cobertas por vegetação (“wet lands”), onde será removida grande parte dos sólidos e dos nutrientes. ■

Texto continua na próxima edição

MECANIZAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES E CAMARÕES

Por:

Alberto J.P. Nunes, Ph.D.

alberto.nunes@ufc.br

LABOMAR - Instituto de Ciências do Mar

Universidade Federal do Ceará



Os peixes e camarões cultivados são tradicionalmente alimentados mediante métodos manuais. A ração é distribuída em gaiolas e viveiros de cultivo através de voleio praticado dos taludes, de plataformas flutuantes trafegáveis ou ainda de barcos e caíques para se alcançar uma distribuição mais homogênea e abrangente. Os métodos de distribuição manual de alimento demandam tempo e fazem o uso intensivo de mão-de-obra, seja para oferta de ração, propriamente dita, ou para o descarrego, manuseio e o transporte do alimento até as unidades de cultivo.

A mecanização do processo produtivo é algo comum em outras atividades de produção de alimento. Na agricultura, em algumas lavouras de grande escala, a preparação do solo, o plantio, a pulverização e a colheita são realizadas mediante o uso exclusivo de equipamentos, como tratores, colheitadeiras e aviões, quando em áreas mais extensas. Na pecuária leiteira, processos automatizados vêm sendo empregados na ordenha visando aumentar a produtividade, a higiene, a sanidade dos animais e a qualidade do leite. Na avicultura, em granjas mais modernas, a colheita dos ovos, a remoção de excrementos e a alimentação das aves são feitas de forma automatizada. Os processos de mecanização permitem uma redução drástica do custo com mão-de-obra. A aplicação da mecanização varia conforme o nível de intensificação e a escala da produção, além do grau tecnológico que se almeja alcançar no empreendimento.

Na aquicultura, com o desenvolvimento das rações secas (i.e., com 8-12% de umidade), houve também o surgimento dos sistemas mecanizados de alimentação. A mecanização traz a vantagem de permitir múltiplas refeições ao dia. Na salmonicultura, do alevino até o peso de comercialização do peixe, a ração é frequentemente distribuída de forma automatizada. Na engorda, as rações

são estocadas em silos com compartimentos e conduzidas para gaiolas mediante um sistema pressurizado de mangueiras acoplando a um dispensador flutuante de alimento (**Figuras 1 – A e B**). Na aquicultura tropical, embora a mecanização de alguns processos produtivos (e.g., preparação do solo, despesca) possa ser identificada, a atividade ainda carece de uma mecanização na alimentação, seja devido ao desconhecimento quanto aos benefícios ou devido ao pouco acesso a equipamentos. O presente artigo objetiva descrever alguns dos processos de mecanização na alimentação de peixes e camarões que vêm sendo adotados no Brasil e em outros países visando melhorar a eficiência produtiva e a modernização das unidades de cultivo.



Figuras 1. A, mangueiras pressurizadas distribuem ração de silos até as gaiolas de cultivo. **B**, dispensadores de ração funcionam múltiplas vezes ao dia, mantendo peixes jovens saciados ao longo de todo dia

Fotos: Marine Harvest, Molde, Noruega





Figuras 2. A, uso de empilhadeira para movimentação de big bags contendo ração para peixes. **B**, caminhão com container sendo carregado com big bags
Fotos: Ridley Aqua-Feed, Brisbane, Austrália

Mecanização no carregamento e recepção da ração

Em fábricas industriais de ração são utilizados equipamentos para o ensaque e aferição do peso de rações. No Brasil, as rações para engorda de peixes e camarões podem ser embaladas em sacarias de 10, 25 ou 40 kg. Uma vez acondicionada, a ração segue para o armazém onde são empilhadas em paletes e mantidas estocadas até a comercialização. Quando do carregamento, a ração é transferida para caminhões utilizando-se de empilhadeiras, empregando-se mão-de-obra humana para triagem e organização da carga. Ao chegar à fazenda, a carga é também descarregada de forma manual. O custo e tempo requerido para este processo é variável, mas frequentemente demanda de dois a quatro trabalhadores braçais. Para reduzir o uso de mão-de-obra e agilizar o descarregamento, algumas fazendas já empregam esteiras inclinadas que são acopladas ao caminhão no momento da descarga.

Algumas unidades fabris, embora menos comum no Brasil, podem também adotar o ensaque de ração em big bags. Os big bags são sacos de maior capacidade de armazenamento, entre 500 a 2.000 kg, fabricados de polipropileno de alta resistência. Seu manuseio é feito mediante o uso de empilhadeiras (**Figura 2 – A e B**).

Entre as vantagens do uso do big bag estão a redução no uso de mão-obra durante o carregamento e descarga e a diminuição do custo da embalagem, uma vez que esta é reaproveitada (**Figura 3**). No entanto, para operar com big bags, a linha de produção da unidade fabril tem que estar adequadamente estruturada para realizar o ensaque em big bags, enquanto a fazenda deve possuir um guindaste ou empilhadeira para descarga. Entre as desvantagens do big bag está a dificuldade no parcelamento das cargas quando mais de um tipo de ração (inicial, recria e engorda) torna-se necessário na produção. Os big bags devem ser considerados para empreendimentos de grande porte, em que o destino final do produto for a fazenda e não distribuidores ou representantes comerciais de ração.



Figura 3. Unidade fabril para rações de camarões adaptada para ensaque em big bags

Foto: Les Moulins Saint Vincent, Noumea, Nova Caledônia



A



B

Figuras 4. A, silo utilizado para armazenamento de ração em uma fazenda de camarão e posterior transferência para caminhão adaptado com soprador. **B,** o soprador movido com motor a combustão pode lançar a ração de 15 a 20 m de distância do talude

Movimentação da ração na fazenda

Nas fazendas de criação de peixes e camarões, a ração é empilhada e estocada em armazéns. O uso de silos de grande volume para armazenamento é pouco observado em propriedades no país. Isto se deve em parte a facilidade no acondicionamento e manuseio das rações embaladas em pequenos volumes e a forma na qual a fazenda se adaptou para a recepção e transporte da ração até viveiros ou gaiolas de cultivo. Muitas fazendas ainda se utilizam de carrinhos-de-mão para transportar a ração até suas unidades produtivas. Propriedades com maior extensão em área fazem o uso de tratores, caminhões ou embarcações motorizadas para entregar a ração em viveiros ou gaiolas. Todos estes processos são demorados e representam risco de acidente para funcionários, perda de ração, além de impactar negativamente o custo operacional da propriedade.

O armazenamento de ração em silos permite o rápido carregamento de veículos para distribuição da ração na fazenda, exigindo pouquíssima mão-de-obra no processo. Uma vez estocada em silos a ração pode ser descarregada em tratores ou caminhões, sem a necessidade de descosturar e manusear sacos de ração (**Figuras 4 – A e B**).

A ração pode ser distribuída manualmente, caminhando sobre os taludes de viveiros ou sobre plataformas flutuantes conectadas as gaiolas de peixes. Sabe-se que em cultivos de peixes a ração deve ser distribuída de forma mais homogênea possível de forma a facilitar o consumo do alimento por toda população cultivada, minimizando os efeitos do comportamento hierárquico de algumas

espécies. No entanto, em viveiros de maior extensão de área, o voleio manual realizado de taludes é pouco eficiente, mesmo quando aplicado sobre veículos, dado a limitada capacidade humana na dispersão do alimento sobre a unidade de cultivo (**Figura 5**).



Figura 5. Ração sendo ofertada de uma moto em uma fazenda de cultivo de tambatinga no interior do Maranhão. Observe a proximidade com o talude que a ração alcança após sua oferta



Figuras 6. A, Sopradores utilizados para alimentação de peixes cultivados em viveiros em Mato Grosso e B, em gaiolas em Pernambuco

É comum observar uma má distribuição de ração devido a pouca distância na qual o alimento é lançado, muito vezes resultando em um acúmulo próximo aos taludes, em particular quando da ação de ventos contrários à direção da oferta. Aliado a isto, em cultivo de peixes em viveiros ou gaiolas, caminhar durante a oferta do alimento para uma melhor dispersão, nem sempre é possível devido aos grandes volumes de ração necessários a oferta.

Para contornar estes problemas, algumas fazendas utilizam sopradores que são acoplados a tratores ou montados em reboques ou barcos (**Figuras 6 – A e B**). Com isto é possível empregar uma maior velocidade na distribuição. A mecanização no voleio resulta em uma distribuição mais rápida, fazendo o uso de menos mão-de-obra, além de permitir uma maior frequência na alimentação.

Frequência na oferta e consumo alimentar

A frequência alimentar é o número de vezes em que as refeições são ofertadas ao longo de um dia. Em indivíduos jovens, na fase pós-larval ou de alevinos, a refeição deve ser ministrada de oito a 12 vezes ao dia, em períodos contínuos de 12 ou 24 h. Nesta fase de desenvolvimento, os peixes e camarões apresentam uma alta taxa de crescimento, portanto a energia e os nutrientes presentes no alimento são processados e assimilados rapidamente para atendimento das necessidades metabólicas do animal e síntese de novos tecidos. Nesta fase, as múltiplas refeições evitam a dominância alimentar e reduzem o canibalismo em algumas espécies, pois mantêm os animais continuamente saciados (**Tabela 1**).

Tabela 1: Frequência alimentar recomendada no período diurno para o cultivo comercial semi-intensivo e intensivo de peixes de água doce (tilápia, tambaqui e pintado) e camarão marinho (*L. vannamei*) em função da etapa e sistema de cultivo

Fase/Espécie	Semi-Intensivo	Intensivo
Alevinagem/Berçário		
Peixes (0,3 – 5,0 g)	8 – 10 vezes (viveiros)	10 – 12 vezes (gaiolas/viveiros)
Camarões (PL)	6 – 8 vezes (viveiros)	12 vezes/24 h* (pré-berçários)
Recria/Crescimento		
Peixes (5,0 – 250 g)	4 – 5 vezes (viveiros)	4 – 8 vezes (gaiolas)
Camarões (0,05 – 2,5 g)	5 – 6 vezes (viveiros)	8 – 12 vezes (viveiros)
Engorda/Terminação		
Peixes (250 g – 2,0 kg)	2 – 3 vezes (viveiros)	3 – 6 vezes (gaiolas)
Camarões (< 18 g)	3 – 5 vezes (viveiros)	6 – 12 vezes (viveiros)

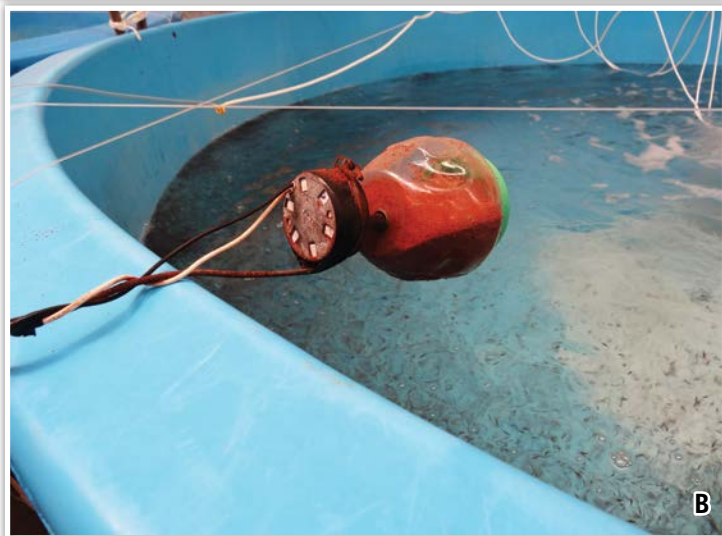
*diurno e noturno

Na etapa de engorda de peixes ou camarões, ainda existem dúvidas quanto a necessidade de oferta da ração em múltiplas vezes ao dia. Na tilápia, o alimento passa através do trato digestivo dentro de 3 a 4 h, no entanto, a espécie pode exibir apetite aguçado em intervalos menores quando o alimento ainda transita no trato intestinal. Isto se dá pelo fato do apetite estar associado à saciedade energética, resultado da absorção de energia contida na ração. Pelo fato das rações para peixes onívoros apresentarem uma parcela significativa da energia presente na forma de carboidratos, a saciedade energética ocorre lentamente na medida em que o alimento é processado. Por outro lado, os camarões marinhos, por possuírem um pequeno estômago, cerca de 3% do seu volume corporal, alimentam-se de forma ininterrupta, estando aptos ao consumo alimentar a qualquer hora do dia, desde que as condições de temperatura e qualidade de água apresentem-se adequadas. Já as formas juvenis e adultas de peixes marinhos, alcançam à saciedade alimentar rapidamente, não sendo necessárias múltiplas refeições ao longo do dia. Estes obtêm sua energia primordialmente da gordura contida nas rações, nutriente de fácil e rápida absorção.

Entretanto, independentemente das características fisiológicas dos animais, na prática, múltiplas refeições ao dia é desejável. Isto se deve a outros fatores não associados diretamente com o animal. Ao se parcelar a refeição diária em várias refeições é possível:

- (1) aferir o consumo e observar a população cultivada mais vezes ao dia evitando os desperdícios na alimentação;
- (2) diminuir a competição alimentar, em especial em espécies que apresentam comportamento hierárquico em alguma etapa de seu desenvolvimento;
- (3) reduzir o contato da ração com a água, minimizando as suas perdas físicas e nutricionais.

Figuras 7. A, alimentador de esteira movido à corda para fase de pré-berçário de camarões. **B,** alimentador elétrico artesanal para alevinagem de barramundi no Vietnã. **C,** alimentadores feitos com material reciclado utilizados no cultivo experimental de camarões marinhos no Labomar/UFC (Francisco Hélio Pires da Silva, trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Pesca)



"A grande maioria das fazendas, seja de peixes ou camarões, não são capazes de adotar mais de três refeições diárias na etapa de engorda. Como os processos de oferta de ração ocorrem manualmente, várias refeições diárias demandariam muitos funcionários e tempo."

A grande maioria das fazendas, seja de peixes ou camarões, não são capazes de adotar mais de três refeições diárias na etapa de engorda. Como os processos de oferta de ração ocorrem manualmente, várias refeições diárias demandariam muitos funcionários e tempo. Os funcionários responsáveis pela alimentação trabalham apenas durante o período diurno (das 07:00 às 17:00 h), sendo os domingos, folga obrigatória em muitas fazendas. Portanto, as perdas de ração e de nutrientes são inevitáveis seja devido a aplicação excessiva de alimento em um ou mais tratamentos e pela exposição do alimento à água por longos períodos.

Equipamentos e sua utilização na alimentação

A alimentação mecanizada pode ser empregada em toda ou em uma ou mais das fases de produção de peixes e camarões. Nas etapas iniciais de cultivo, embora a oferta mecanizada da ração seja mais fácil e desejada, poucos empreendimentos adotam o uso de equipamentos. Os equipamentos utilizados nesta fase podem variar de dispensadores de alimento em esteira movidos a corda até os equipamentos produzidos artesanalmente (Figuras 7 – A, B e C). Os dispensadores de alimento em esteira possuem a funcionalidade de operar continuamente durante 12 ou 24 h, sem o risco de interrupção no seu funcionamento devido a falhas ou quedas na rede elétrica.

Os dispensadores de alimento podem funcionar mediante o uso de motores elétricos ou de combustão, este último mais usado em sopradores, acoplados a veículos. Os dispensadores de alimento variam em sua



Figuras 8. A, Dispensador automático de ração fixado em uma plataforma para acesso pelo talude, e **B**, por caíque em viveiros de camarão

Fotos: fazendas Blue Lagoon (Koné, Nova Caledônia) e Potiporã (Pendências, RN)



apresentação, sendo os mais comuns fixados em estruturas de madeiras sobre a unidade de cultivo. Estas estruturas de sustentação podem ser passarelas construídas de madeira, com cerca de 5 m de comprimento, feitas para possibilitar o acesso para abastecimento do dispensador (**Figuras 8 - A e B**). Outra alternativa é manter o dispensador sobre estruturas de madeira em pontos estratégicos do viveiro, sendo o abastecimento com ração feito com caiaques ou barcos. Os dispensadores são geralmente comercializados ou não com silos plásticos de 200 L de volume. Estes devem ser abastecidos uma vez ao dia, sempre no início da manhã.

Para controlar o funcionamento dos dispensadores é empregado um temporizador, fixado em um poste na margem da unidade de cultivo (**Figuras 9 -A e B**). Este equipamento pode acionar os dispensadores em intervalos distintos, conforme a quantidade de ração a ser ofertada durante o dia: para cada 25 kg de ração por ha/dia, se utiliza uma frequência de 20 min.; > 50-70

kg/ha/dia de ração, o funcionamento do dispensador ocorre a cada 15 min., e; > 70 kg/ha/dia de ração, a cada 10 min.

Ao ser ativado, o alimentador em aço-inox, que possui um formato cilindro-cônico com um orifício na sua base, aciona uma hélice na sua parte interna, movimentando a ração para ser transportada para um lançador. Este lançador é feito em plástico, possui formato de cano e está conectada a um motor elétrico em sua base. Com o acionamento elétrico, o lançador gira por 30 segundos, dispensando a ração em um raio de até 3 m². Cada dispensador atende de 5.000 m² (> 30 camarões/m²) até 1,0 ha (< 30 camarões/m²) de área.

Figuras 9. A, Temporizador com quadro de comando ao lado de um viveiro de camarão. **B**, no temporizador pode ser programado os dias, a frequências e os horários de funcionamento dos alimentadores automáticos





Figura 10 A, vista da base de um dispensador automático de ração, corpo inferior feito em aço-inox

evidente os benefícios e retornos econômicos da mecanização. Fazendas de camarão que já adotaram a mecanização reduziram pela metade a mão-de-obra com a alimentação, reduzindo-a ou alocando-a para outros procedimentos de manejo (aplicação de probióticos, calagem, monitoramento dos parâmetros de qualidade de água, inspeção de bandejas).

Entre os aspectos que justificam a mecanização também merecem destaque a dificuldade na inspeção dos procedimentos de alimentação em grandes áreas de cultivo e os prejuízos causados por erro humano, invariavelmente presente, seja por exaustão, repetição ou mesmo sabotagem.

Ao buscar competitividade na aquicultura, o uso de novas tecnologias não deve ser ignorado. Estas estão muito mais acessíveis do que em um passado recente, tornando alguns procedimentos utilizados no cultivo de peixes e camarões obsoletos. Entre outras tecnologias emergentes estão os classificadores mecânicos para transferência e repicagem de peixes em gaiolas, contadores de peixes por infravermelho e sistemas de monitoramento do consumo alimentar de camarões em viveiros. Cabe ao produtor ficar atento a estas inovações e pô-las em prática sempre que oportunidades econômicas e financeiras forem identificadas. ■

No uso dos dispensadores como método exclusivo de alimentação, o cálculo das refeições se dá por tabelas de alimentação, enquanto as bandejas são utilizadas para monitorar o consumo alimentar, 2 h após a alimentação, adotadas na densidade de 2-3 bandejas por há (**Figuras 10 – A e B**)

Conclusão

Um dos argumentos para a mecanização da alimentação na aquicultura é a redução no uso de mão-de-obra e custo de produção. Em fazendas de camarão, um arraçador é capaz de atender no máximo 600 bandejas de alimentação ao dia. Isto equivale dizer que ao se utilizar três refeições ao dia a fazenda irá demandar um funcionário para cada 4,0 (50 bandejas/ha) a 6,6 ha (30 bandejas/ha) de área cultivada. Uma fazenda de tambaqui com 100 ha de lâmina d'água demanda 8 funcionários para realizar duas alimentações ao dia em viveiros de 5.000 m² com o uso de motos.

Ao se comparar os investimentos necessários para a mecanização da alimentação, seja com a aquisição de veículos, sopradores, dispensadores de alimento, eletrificação da unidade produtiva, além dos gastos operacionais com combustível, energia elétrica e manutenção, com o custo da mão-de-obra necessário para a alimentação manual, levando-se em consideração apenas o salário mínimo e os encargos sociais, torna-se



Figura 10 B, lançador em plástico com motor em sua base para girar quando acionado