

Capítulo 6

Nutrição e alimentação de peixes

Ana Paula Oeda Rodrigues

Giovani Taffarel Bergamin

Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos

1. Introdução

A nutrição e alimentação de peixes reservam particularidades importantes de serem consideradas em uma produção. Ao contrário do que ocorre para bovinos, suínos e frangos de corte, há uma grande diversidade de espécies de peixes, cada qual com sua peculiaridade morfofisiológica e comportamental, não permitindo generalizações. Outra diferença se refere ao meio habitado pelos peixes. No meio aquático, a avaliação do consumo alimentar é mais complexa, exigindo percepção e experiência do alimentador, bem como o uso de rações que flutuem. Em adição, se o alimento não for consumido imediatamente, há perda dos seus nutrientes por lixiviação na água, acarretando prejuízo econômico e ambiental. Ainda, os peixes são capazes de absorver minerais solúveis do meio aquático e, dependendo do hábito alimentar, capazes de utilizar o alimento natural disponível na água (plâncton, principalmente), reduzindo os custos com a alimentação.

Outra distinção entre os peixes e animais terrestres tange ao metabolismo. Peixes possuem maior exigência por ácidos graxos do tipo ômega-3, necessários para manutenção da fluidez da membrana celular em situações de temperaturas baixas. Adicionalmente, possuem menor exigência energética em relação aos animais terrestres. Isso ocorre pelo fato de serem animais ectotérmicos, cuja temperatura do corpo varia com a do ambiente, logo não gastam energia para manutenção da temperatura corporal. Além disso, economizam energia para locomoção (mais fácil na água) e para excreção nitrogenada (excretam amônia passivamente pelas brânquias, ao invés de transformá-la em ureia e ácido úrico).

Este capítulo apresenta inicialmente os hábitos alimentares dos peixes, os principais tipos de rações, bem como aspectos importantes do manejo alimentar. Na sequência, é realizada uma introdução à nutrição de peixes, abordando os nutrientes necessários, bem como outros componentes não nutricionais da dieta, além dos antinutrientes e toxinas. Finalmente, os ingredientes comumente utilizados para a formulação de dietas para peixes, os cuidados que se deve ter no armazenamento de rações e alguns índices de desempenho associados à alimentação são mencionados.

2. Hábitos alimentares

Os peixes consomem uma enorme variedade de alimentos e possuem muitas formas de se alimentar, razão pela qual os diferentes hábitos alimentares acabam se sobrepondo. De acordo com os itens alimentares predominantes na dieta natural, o hábito alimentar dos peixes pode ser classificado em quatro tipos. Os peixes detritívoros são aqueles que se alimentam de uma mistura de sedimentos e de itens vegetais e animais em decomposição (p. ex. curimatás *Prochilodus* spp. e cascudos). Os herbívoros se alimentam predominantemente de itens de origem vegetal (p. ex. carpa capim *Ctenopharyngodon idella*). Os onívoros se alimentam tanto de itens de origem vegetal quanto animal (p. ex. tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*), ao passo que os carnívoros se alimentam predominantemente de itens de origem animal (p. ex. surubim *Pseudoplatystoma* spp. e pirarucu *Arapaima gigas*). No entanto, a maioria das espécies de peixe é oportunista, não pertencendo estritamente a um único hábito alimentar. É o caso do tambaqui (*Colossoma macropomum*), que se alimenta de frutos e sementes (itens vegetais) na época da cheia dos rios, enquanto, na ausência destes durante a seca, alimenta-se de zooplâncton (item animal). Ao longo do desenvolvimento dos peixes, o hábito alimentar também pode variar. Muitas espécies de peixes que são onívoras quando juvenis ou adultas, na fase larval são preferencialmente carnívoras, alimentando-se de zooplâncton e/ou larvas forrageiras (p. ex. matrinxã *Brycon amazonicus* e jundiá *Rhamdia quelen*). Com relação à diversidade de alimentos consumidos, os peixes podem ser classificados em eurívoros, estenóvoros e monóvoros. Os primeiros são aqueles cuja dieta é composta por uma grande variedade de tipos de alimentos, como tambaqui, pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia-do-Nilo. São espécies que possuem maior flexibilidade alimentar e especializações fisiológicas; consequentemente são as mais utilizadas para a aquicultura. Os estenóvoros consomem uma variedade limitada de fontes alimentares, como os tucunarés *Cichla* spp., que se alimentam de crustáceos na ausência de peixes. Já para os monóvoros, a dieta se baseia em somente um tipo de alimento, como é o caso de muitos cascudos que consomem estritamente detritos.

O hábito alimentar dos peixes preserva enorme relação com a morfologia do trato digestório e exerce grande influência sobre o manejo alimentar, como pode ser observado com maior detalhe no capítulo de “Anatomia e fisiologia de peixes de água doce”.

Recomendações técnicas

- 1.** A alimentação dos peixes deve considerar as peculiaridades impostas pelo ambiente aquático, como dificuldade de avaliação do consumo alimentar, exigindo o uso de rações flutuantes e perda dos nutrientes por lixiviação na água, caso o alimento não seja consumido de imediato;
- 2.** Dependendo da espécie e do hábito alimentar, os peixes são capazes de utilizar o alimento natural disponível na água, reduzindo os custos com a alimentação.

3. Rações para peixes

A qualidade de uma ração para peixes em cultivo é determinada pelos seguintes fatores:

- **Composição nutricional:** a ração deverá suprir as exigências nutricionais da espécie de peixe na fase e sistema de cultivo em que se encontra;
- **Digestibilidade:** é o quanto dos nutrientes e energia da dieta são realmente digeridos e aproveitados pelos peixes. Varia em função da espécie, tamanho do peixe, seu estado de saúde, condições ambientais, processamento da dieta, quantidade e qualidade dos ingredientes e proporção relativa entre eles, manejo alimentar e tamanho das partículas;
- **Palatabilidade:** remete à aceitação da ração ao paladar do peixe. É importante principalmente para as rações iniciais (utilizadas na fase em que os peixes possuem alta exigência nutricional) e para as rações de peixes carnívoros (que geralmente apresentam menor aceitação por rações com baixa inclusão de farinha de peixe, ingrediente altamente palatável para a maioria dos peixes);
- **Qualidade física:** remete à flutuabilidade e estabilidade da ração na água, bem como à quantidade de pós e finos da ração;
- **Tamanho uniforme:** a ração deve apresentar grânulos de tamanho uniforme e adequado à abertura bucal dos peixes;

- **Moagem:** a ração deve ser preparada com ingredientes finamente moídos, assegurando homogeneidade em sua composição e alta digestibilidade.

É fundamental a observação desses fatores na escolha e avaliação de uma ração. Uma dieta de qualidade aliada a boas práticas de cultivo maximiza o desempenho produtivo do peixe com reduzido custo e impacto ambiental.

3.1. Tipos de rações

3.1.1. Quanto à natureza

a. Alimentos naturais

Podem ser vivos (bactérias, protozoários, insetos, crustáceos, ovos, larvas, peixes, macrófitas, microalgas etc.) ou inertes (farinha de resíduo animal, fezes, alimentos frescos e congelados, partes vegetais, entre outros).

b. Alimentos completos

Compreendem as rações formuladas e processadas artificialmente.

3.1.2. Quanto à umidade

a. Rações úmidas

Possuem entre 50 e 70% de umidade e podem ser utilizadas em locais distantes dos centros de produção de ingredientes e rações, onde os gastos com transporte tornam inviável a adoção de rações comerciais. São fabricadas geralmente na própria fazenda utilizando diversos resíduos de origem animal e vegetal (vísceras, sangue, carcaças, restos de vegetais e de agricultura). Todos os ingredientes devem ser previamente moídos e a mistura destes peletizada em uma máquina de moer carne. A propriedade deve possuir um local limpo, arejado e dotado de congelador para conservação dos ingredientes e rações. Dentre as desvantagens das rações úmidas, pode-se citar a necessidade de mão de obra para o seu preparo e de armazenamento a baixas temperaturas, a alta velocidade de deterioração e a baixa qualidade nutricional.

b. Semiúmidas

Apresentam de 35 a 50% de umidade e possuem maior estabilidade de nutrientes em comparação às rações úmidas. Também necessitam de armazenamento em baixas temperaturas e apresentam as mesmas desvantagens das rações úmidas. As rações úmidas e semiúmidas são preparadas misturando-se a parte úmida da ração com a seca, na proporção que varia de 90:10 até 50:50.

c. Secas

Apresentam umidade inferior a 12%. São as mais utilizadas em cultivos comerciais e variam entre si quanto ao processamento empregado. São geralmente fareladas, peletizadas ou extrusadas. Não necessitam de armazenamento a baixas temperaturas, mas exigem condições adequadas de armazenamento que serão vistas mais adiante. Apresentam maior valor nutricional e maior durabilidade.

3.1.3. Quanto ao processamento

a. Peletizadas

No processo de peletização, a mistura de ingredientes é comprimida utilizando umidade, calor e pressão. O produto final é um pélete denso, que afunda rapidamente, e uma considerável proporção de pós e finos na ração, que aumenta as perdas na alimentação (Figura 1A). Amido é comumente empregado para uma boa aglutinação, ao passo que fibras e lipídios são prejudiciais à aglutinação dos péletes (a quantidade de lipídios na mistura não deve exceder 10%, uma quantidade adicional pode ser acrescentada após o processo de peletização, borrifando-se óleo).

b. Extrusadas

No processo de extrusão, a mistura de ingredientes sofre expansão em condições de elevada temperatura, umidade e pressão. Como consequência, há redução na quantidade de pós e finos e produção de um pélete que flutua na água. O amido é quase que completamente gelatinizado, contribuindo para a produção de um pélete íntegro (Figura 1B e C) e estável na água e facilitando a digestão do amido pelo peixe. Atualmente, é a melhor opção de processamento de rações destinadas para peixes.

c. Fareladas

As rações fareladas podem resultar dos processos de peletização ou extrusão (preferível), seguidos de moagem fina. Tal prática permite que mesmo pequenas frações de alimento apresentem composição homogênea, contendo todos os nutrientes incorporados na dieta. Caso resultem da simples mistura de ingredientes secos, há grande suscetibilidade de segregação dos ingredientes devido a diferenças de densidade, com consequente lixiviação dos nutrientes e seletividade na ingestão pelos peixes.

d. Floculadas

São obtidas com a secagem de uma pasta de ração em um rolo aquecido. São comumente empregadas para a alimentação de peixes ornamentais (Figura 1D). No entanto, vêm sendo substituídas pelas rações extrusadas em função da melhor qualidade física e nutricional destas.

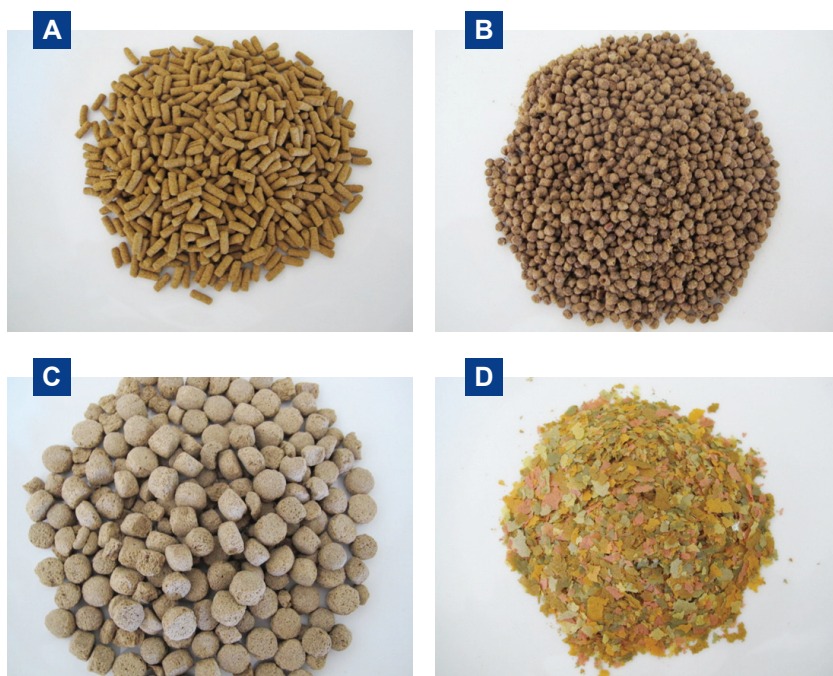


Figura 1. Tipos de rações comumente encontradas para alimentação de peixes: (A) ração peletizada; (B) ração extrusada utilizada para a fase de recria de peixes (com menor granulometria e maior teor proteico); (C) ração extrusada utilizada para a fase final de engorda de peixes (com maior granulometria e menor teor proteico); (D) ração floculada para peixes ornamentais. Fotos: Ana Paula O. Rodrigues.

e. Microencapsuladas

A microencapsulação é uma técnica promissora para alimentação de larvas de peixes, que combina estabilidade da cápsula na água e grande concentração de nutrientes nas partículas. Porém, ainda não atingiu o nível comercial.

3.1.4. Quanto à função

a. Primeiro alimento para larvas

São alimentos fornecidos para as larvas quando já consumiram praticamente todas as reservas do saco vitelínico, iniciando, portanto, a procura por alimento exógeno (Figura 2). Por ser um momento bastante crítico para a sobrevivência das larvas, deve ter grande aceitação pelo peixe e ser altamente digestível, uma vez que o trato digestório da larva não está totalmente desenvolvido. Ainda, deve ser estável na água para manter sua qualidade e limitar a contaminação por bactérias no sistema. Náuplios de artêmia, zooplâncton, larvas de peixes forrageiros, fígado de boi, gema de ovo crua de galinha e ração úmida são comumente utilizados como primeiro alimento para larvas.

Durante essa fase, deve-se prezar mais pela sobrevivência e saúde das larvas, do que com o custo da dieta, uma vez que apenas uma pequena quantidade de alimento é utilizada nessa fase.



Figura 2. Larvas de suruvi ou bocudo (*Steindachneridion scriptum*) iniciando a alimentação exógena evidenciada pelo trato digestório repleto de náuplios de artêmia, conferindo coloração alaranjada. Foto: Ana Paula O. Rodrigues.

b. Dietas secas iniciais

São as rações fareladas já descritas anteriormente. Possuem altíssimos níveis de proteína, exigência dos peixes nas fases iniciais de vida. Os benefícios obtidos com uma ração de qualidade nessa fase refletirão na qualidade do lote até o final do ciclo de produção.

c. Dietas para alevinos

Devem apresentar alta concentração proteica e baixa granulometria. Devem assegurar que o potencial de crescimento dos peixes está sendo suportado pela dieta.

d. Dietas para engorda

São formuladas para promover o crescimento dos peixes até o tamanho de abate de forma econômica e eficiente. Representam, de forma geral, cerca de 90% da quantidade de alimento necessária para todo o ciclo de produção. Na engorda, o peixe já aceita facilmente ração e possui o trato digestório completamente desenvolvido. O custo da ração e a eficiência de conversão alimentar devem ser considerados e monitorados quando se selecionam dietas para engorda.

e. Dietas para reprodutores

Existe pouco conhecimento sobre as exigências nutricionais de peixes adultos ou maduros sexualmente e inexistem rações específicas para reprodutores no mercado nacional. As rações destinadas para reprodutores devem conter altos níveis de proteína, energia e vitaminas associadas à formação e composição dos ovos. Contudo, vários fatores devem ser levados em consideração, como hábito alimentar e comportamento reprodutivo. Espécies migradoras tendem a acumular gordura naturalmente como preparação ao período de migração e desova. No entanto, em cativeiro, não há depleção dessas reservas pela ausência de migração e, conseqüentemente, deve haver uma redução na ingestão calórica para evitar acúmulo de gordura, a qual é antagônica à eficiência reprodutiva. Já as espécies marinhas exigem altas concentrações de ácidos graxos n-3 durante o desenvolvimento ovariano. Além disso, sabe-se, também, que os ovos de algumas espécies apresentam altos níveis de vitamina C, exigindo suplementação desse nutriente nas dietas dos reprodutores.

Pesquisas com nutrição de reprodutores demandam grande número de peixes ativos sexualmente, bem como instalações adequadas e mão de obra qualificada para a condução dos experimentos. A manutenção dos animais é onerosa e deve-se ter o

cuidado de conhecer a origem genética dos peixes utilizados. Estes e outros fatores contribuem para o baixo conhecimento sobre nutrição e alimentação de reprodutores.

f. Dietas com imunoestimulantes

Dietas com imunoestimulantes, cuja definição encontra-se no item 6.5 deste capítulo, geralmente são fornecidas em período antecedente a uma situação de estresse (despesca, biometria, altas densidades de estocagem, mudança de estação ou clima etc.), que pode ser o ponto inicial de desenvolvimento de patógenos.

Normalmente, estas substâncias são empregadas como alternativas às vacinas e métodos quimioterápicos. No Brasil, ainda não há disponibilidade de dietas contendo imunoestimulantes com efeito comprovado sobre a saúde dos animais. Algumas empresas têm produzido rações com elevados teores de proteína e vitamina C com o intuito de utilizá-las em regiões com inverno rigoroso ou em situações de estresse. Contudo, ainda existem muitas dúvidas a respeito da real eficácia destas formulações para diferentes doenças e espécies de peixes. A manutenção de peixes bem nutridos e criados com boas práticas de manejo ainda é a maior garantia de animais saudáveis e produtivos.

Recomendações técnicas

- 1.** A escolha de rações para peixes deve considerar os seguintes aspectos: composição nutricional, digestibilidade, palatabilidade, qualidade física, uniformidade de tamanho dos pélletes, grau de moagem dos ingredientes etc.;
- 2.** Uma ração de qualidade aliada a boas práticas de cultivo maximiza o desempenho produtivo do peixe com reduzido custo e impacto ambiental;
- 3.** O ideal é alimentar os peixes com rações extrusadas, as quais possuem capacidade de flutuar na água, maior digestibilidade e reduzida quantidade de pós e finos.

4. Alimentação

4.1. Percepção e aceitação do alimento

O processo de alimentação dos peixes compreende desde a percepção do alimento até a sua ingestão, sendo influenciado não somente por técnicas de alimentação, como também pelas características físicas da ração, como tamanho, coloração e textura. O tamanho ideal do alimento para a maioria das espécies de peixe é de 25 a 50% do comprimento da abertura bucal. Carnívoros predadores, que naturalmente consomem grandes presas, aceitam péletes maiores, de forma geral. As propriedades químicas das rações também influenciam a aceitação das dietas, principalmente para carnívoros e larvas e, em muitos casos, é importante a adição de atrativos na ração.

A aceitação de dietas artificiais pelos peixes é muitas vezes desenvolvida pelo condicionamento alimentar, processo no qual uma ração seca é gradativamente introduzida na alimentação de peixes objetivando a substituição dos alimentos naturais ou dietas úmidas. Esse processo é denominado transição alimentar¹.

4.2. Ingestão do alimento

A ingestão do alimento é influenciada por diversos fatores abióticos e bióticos, conforme pode ser observado a seguir.

a. Temperatura da água

Influencia diretamente o metabolismo dos peixes, que são ectotérmicos. De forma geral, temperaturas baixas levam à redução da atividade metabólica, reduzindo a ingestão alimentar. Variações térmicas abruptas e em grande escala, bem como o aumento excessivo da temperatura, além do ideal, também levam à redução na ingestão dos peixes.

b. Fotoperíodo

Exerce maior influência nas espécies de clima temperado, nas quais um maior fotoperíodo estimula a ingestão alimentar.

¹ A transição alimentar de várias espécies nativas para piscicultura é descrita no livro organizado por Baldisserotto e Gomes (2010), cuja referência se encontra no item Bibliografia recomendada deste capítulo.

c. Luminosidade

Exerce influência principalmente para as espécies consideradas visuais, ou seja, que utilizam a visão para captura do alimento (tambaqui, tilápias e pirarucu, por exemplo). A maioria dos bagres, por sua vez, não é tida como visual, utilizando principalmente o olfato para tal e alimentando-se preferencialmente nos horários de baixa luminosidade (hábito alimentar crepuscular).

Após uma sequência de dias nublados ou logo nas primeiras horas do dia, no entanto, a alimentação dos peixes pode ser afetada independentemente de serem visuais ou crepusculares. Isso ocorre devido à redução da atividade fotossintética do viveiro e conseqüente redução na concentração de oxigênio dissolvido na água de cultivo (vide capítulo de “Monitoramento e manejo da qualidade da água”).

d. Ventos e chuvas

Podem afastar os peixes da superfície aquática, restringindo sua alimentação em certas partes da coluna d'água.

e. Qualidade da água

Alterações nas concentrações de oxigênio dissolvido, amônia, pH e salinidade afetam o consumo de alimentos pelos peixes. Para maiores informações sobre os valores ideais nos parâmetros de qualidade da água e fatores relacionados às alterações nesses parâmetros, consultar capítulo sobre “Monitoramento e manejo da qualidade da água”.

f. Poluentes e toxinas

Modificam o apetite atuando na palatabilidade, metabolismo e/ou sistemas sensoriais (por exemplo, verde de malaquita, formalina, cloramina, óleos, defensivos agrícolas etc.).

g. Doenças

Podem reduzir a ingestão alimentar, ocasionando até mesmo anorexia.

h. Densidade de estocagem

Os efeitos prejudiciais comumente atribuídos à alta densidade de estocagem podem ser acentuados por um manejo alimentar inapropriado, resultando em prejuízo na qualidade da água, heterogeneidade de crescimento e maior suscetibilidade

a doenças. No caso de espécies territorialistas, maiores densidades de estocagem podem ser benéficas, reduzindo a ocorrência de dominância e, conseqüentemente, melhorando a sobrevivência, crescimento e homogeneidade do lote.

i. Estrutura social

O meio social é influenciado não somente pela densidade de estocagem, como também pela heterogeneidade de tamanho e proporção sexual do lote. A ocorrência de hierarquia social geralmente favorece o acesso dos peixes dominados ao alimento, acentuando a heterogeneidade do lote. Essa situação é mais frequente em condições de baixa densidade de estocagem e restrição alimentar, seja em quantidade, seja em tempo e espaço.

j. Presença humana

O homem pode influenciar no comportamento e ingestão alimentar dos peixes em várias operações de rotina de uma piscicultura, como biometrias, classificações, limpeza dos tanques, tratamentos profiláticos e terapêuticos. Nesses casos, é interessante suspender a alimentação no dia ou após 24-48 horas da manipulação dos peixes. Movimentos e barulhos prolongados próximos ao tanque podem reduzir a ingestão. Em alguns casos, porém, os peixes podem adquirir condicionamento e associar a presença humana com o fornecimento de alimento, o que é desejável.

4.3. Fornecimento do alimento

A frequência alimentar ideal depende da temperatura da água, assim como da espécie e idade do peixe. As espécies carnívoras se beneficiam geralmente de uma menor frequência alimentar. Isso porque a maioria delas apresenta estômago volumoso e elástico, capaz de armazenar quantidades significativas de alimento. Nessas espécies, a frequência alimentar pode ser menor (de uma a duas refeições diárias), aplicando-se maiores taxas de alimentação por refeição. O contrário ocorre com as detritívoras, herbívoras e onívoras, as quais são beneficiadas por um maior número de refeições diárias (de três a seis, dependendo do sistema e fase do cultivo)². Nas fases mais jovens dos peixes é necessário maior frequência alimentar, já que suas exigências nutricionais e taxa de crescimento são maiores (Tabela 1).

² Para maiores informações sobre a relação entre a morfologia do trato digestório e os hábitos e estratégias alimentares dos peixes, consultar o capítulo sobre “Anatomia e fisiologia de peixes de água doce”.

Tabela 1. Manejo alimentar comumente empregado em pisciculturas comerciais em viveiros escavados¹.

| Fase do cultivo | Frequência | Taxa de alimentação | Característica da dieta |
|----------------------------------|---|------------------------|---|
| Larvicultura e Alevinagem | Até 10 vezes ao dia | Até saciedade aparente | Alimento vivo e ração farelada 55-40% proteína bruta |
| Recria | 4 vezes ao dia | 10-5% peso vivo | 40-32% proteína bruta |
| Engorda | 2 vezes ao dia | 5-2% peso vivo | 32-28% proteína bruta |
| Reprodução² | 1 vez ao dia; podendo ser feita 3 dias da semana ou 5-6 dias da semana | 1,5-0,5% peso vivo | 50-40% proteína bruta (3 dias da semana) ou 32-24% proteína bruta (5-6 dias da semana) |

¹ Variável em função da espécie, sistema de cultivo e densidade de estocagem em questão.

² Manejo alimentar utilizado para manutenção de reprodutores. Deve-se ter um cuidado maior logo após a desova, quando as exigências nutricionais são maiores.

Deve-se evitar a distribuição localizada do alimento no tanque ou viveiro, o que favorece o seu consumo apenas pelos indivíduos dominantes, inibindo o consumo alimentar daqueles dominados. Em tanques-rede de grande volume, no entanto, é indicado que se forneça o alimento na porção central do tanque, pois o próprio movimento dos peixes auxiliará na sua distribuição (Figura 3). Nos de pequeno volume, a área superficial é reduzida e a ração acaba se distribuindo pela superfície durante a alimentação dos peixes. Independente do volume do tanque-rede, é importante a utilização de comedouros, evitando que a ração atravesse a malha do tanque-rede para seu exterior (Figura 3).

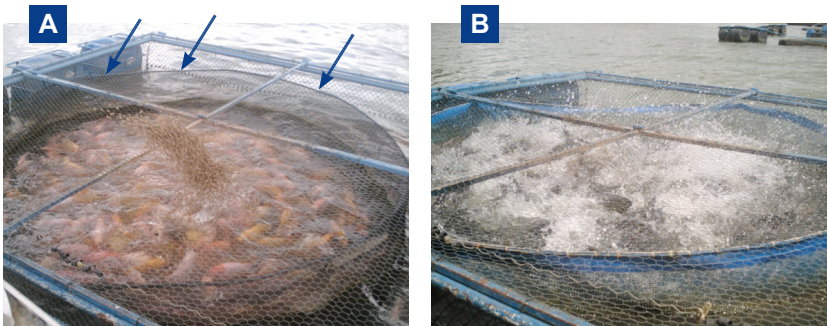


Figura 3. Arraçoamento manual em tanque rede: ração sendo distribuída no centro do comedouro (setas) (A) e comportamento desejável dos peixes durante a alimentação (B). Fotos: Ana Paula O. Rodrigues.

4.4. Horário da alimentação

A maioria dos bagres, como os surubins e jundiá, alimenta-se melhor nos horários de menor incidência luminosa, ou seja, logo nas primeiras horas do dia e no entardecer. Deve-se sempre observar, porém, o comportamento dos peixes com relação aos teores de oxigênio da água de cultivo, conforme mencionado no item 4.2, c. Para as espécies visuais, a ração deve ser preferencialmente ofertada nos horários com luminosidade suficiente para visualizarem e capturarem o alimento.

4.5. Técnicas de alimentação

O arraçoamento manual é a forma mais antiga e simples utilizada na aquicultura (Figura 3). Exige prática, conhecimento e percepção do alimentador. Tem como vantagem proporcionar a observação diária dos peixes pelo alimentador, momento em que pode visualizar, ainda que de modo generalizado, o estado de saúde dos peixes e a qualidade da água do cultivo, permitindo ajustes na alimentação. Torna-se inviável em grandes produções e em viveiros amplos. Nesse caso, podem ser utilizados alimentadores automáticos e veículos como barcos e tratores com sistema de distribuição de ração (estes últimos exigem, no entanto, acessibilidade dos taludes dos viveiros para tráfego) (Figura 4).



Figura 4. (A) Arraçoamento manual em tanque de grande dimensão sendo realizado com o auxílio de uma balsa. (B) Arraçoamento mecanizado em tanque de grande dimensão sendo realizado com o auxílio de trator com sistema de pulverização da ração (setas). Fotos: Giovani T. Bergamin.

Recomendações técnicas

- 1.** As espécies carnívoras se beneficiam geralmente de uma menor frequência alimentar, ao contrário das detritívoras, herbívoras e onívoras;
- 2.** Nas fases mais jovens dos peixes, é necessário maior frequência alimentar, já que suas exigências nutricionais e taxa de crescimento são maiores;
- 3.** O tamanho ideal do alimento para a maioria das espécies de peixe está entre 25 e 50% da abertura bucal;
- 4.** Após uma sequência de dias nublados ou logo nas primeiras horas do dia, o consumo alimentar dos peixes pode ser afetado devido à redução da atividade fotossintética do viveiro e consequente redução na concentração de oxigênio dissolvido na água de cultivo;
- 5.** Deve-se evitar a distribuição localizada do alimento em viveiros, o que favorece os indivíduos que se encontram mais próximos do local, bem como aqueles dominantes, inibindo o consumo dos dominados.

5. Exigências nutricionais

Os peixes necessitam de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais em sua dieta para manutenção das funções vitais, crescimento e reprodução. As exigências nutricionais variam em função da espécie, fase de desenvolvimento, sexo e estágio de maturação sexual, sistema de cultivo e temperatura da água conforme resumido na Tabela 2.

Tabela 2. Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos peixes.

| | |
|---|---|
| Espécie | - Diferenças interespecíficas quanto à anatomia, fisiologia e hábito alimentar. |
| Fase de desenvolvimento | - Peixes nas fases iniciais de desenvolvimento apresentam maior exigência nutricional devido às maiores taxas de crescimento. |
| Sexo e estágio de maturação sexual | - A produção de gametas, bem como as atividades de acasalamento, desova e cuidado parental demandam maior aporte nutricional. Nas espécies reofílicas, há acúmulo de gordura como preparação para a migração e desova. Em cativeiro, porém, não há depleção dessas reservas pela ausência de migração e, conseqüentemente, deve haver uma redução na ingestão calórica para evitar acúmulo de gordura, a qual é antagonista à eficiência reprodutiva. |
| Sistema de produção | - A exigência nutricional da espécie se mantém. No entanto, havendo disponibilidade e capacidade de aproveitamento de alimento natural, há redução na quantidade de nutrientes que a ração precisa fornecer. |
| Temperatura da água | - A exigência nutricional da espécie se mantém. O que varia é a quantidade de alimento ingerida, sua velocidade de passagem no trato digestório e sua digestibilidade, as quais, de forma geral, aumentam com a elevação da temperatura. |

5.1. Energia

A energia do alimento é necessária para reações bioquímicas, formação e regeneração de tecidos, manutenção do equilíbrio osmótico, movimentação das moléculas e muitas outras funções fisiológicas, voluntárias e involuntárias. Não é um nutriente propriamente dito. A energia é obtida com a quebra (catabolismo) de carboidratos, lipídios e proteínas após ingestão dos alimentos ou mobilização das reservas corporais e absorção dos nutrientes.

A energia ingerida pelos peixes não é aproveitada em sua totalidade. A energia líquida utilizada pelos peixes é a energia bruta ingerida menos as perdas pelas fezes, urina, excreções branquiais e calor (Figura 5). O valor dessas perdas varia principalmente em função das características da dieta (digestibilidade) e do nível de alimentação.

Sendo a proteína o nutriente mais caro da dieta, as rações devem ser formuladas para que o fornecimento de energia seja oriundo dos lipídios e carboidratos. Para tanto, a ração deve apresentar um correto balanço entre energia e proteína. Isso porque a ingestão pelos peixes é regulada pela quantidade de energia da dieta. Dessa forma, a deficiência de energia na dieta em relação à proteína levará ao catabolismo da proteína

para fornecimento de energia antes que a proteína seja utilizada para crescimento. Já o excesso de energia levará à redução na ingestão da dieta antes que a quantidade necessária de proteína e outros nutrientes essenciais para máximo crescimento seja consumida. Além disso, altas quantidades de energia em proporção aos demais nutrientes podem levar a uma alta deposição de gordura na cavidade visceral e demais tecidos, prejudicando a produtividade, bem como a qualidade e tempo de prateleira do produto final.

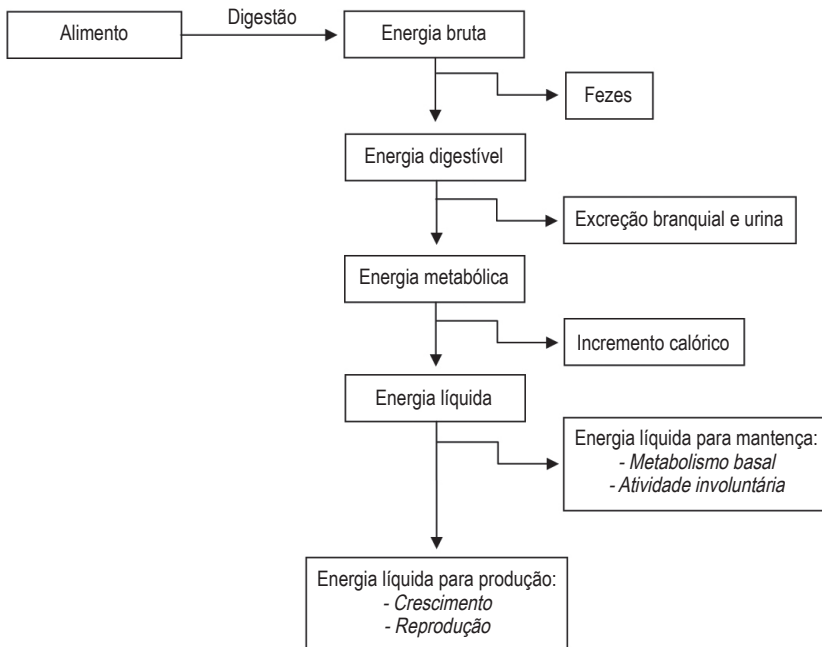


Figura 5. Representação esquemática do aproveitamento da energia da dieta pelos peixes.

5.2. Proteína e aminoácidos

As proteínas constituem o nutriente da dieta de maior importância para o desenvolvimento dos peixes, além de ser o nutriente de maior custo nas rações. Atuam no transporte de oxigênio (hemoglobina) e ferro (transferrina), controle do metabolismo (na forma de alguns hormônios), catálise de reações químicas (enzimas) e proteção imunológica (anticorpos). São os principais componentes das fibras musculares (actina e miosina), atuando na sua contração, além de possuírem função estrutural por meio do desenvolvimento da matriz óssea e do tecido conjuntivo (colágeno e elastina).

As proteínas são compostas por aminoácidos, sendo conhecidos 20 no total. A exigência dos peixes não é exatamente por proteína e sim pelo fornecimento adequado

e balanceado de aminoácidos essenciais, aminoácidos que os peixes não conseguem sintetizar ou o fazem em quantidade insuficiente ao exigido. São 10 os aminoácidos essenciais para os peixes, a saber: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. A sua deficiência ocasiona redução na utilização da proteína e mobilização dos aminoácidos dos tecidos musculares, resultando em diminuição dos seguintes itens: crescimento, ganho em peso, eficiência alimentar e resistência a doenças. O excesso de alguns aminoácidos, por sua vez, pode ocasionar distúrbios metabólicos de toxicidade ou antagonismo devido ao desequilíbrio entre aminoácidos.

O atendimento da exigência proteica em peixes depende de um balanço adequado entre proteína e energia da dieta, do valor biológico da proteína (determinado pela sua digestibilidade e perfil de aminoácidos) e da qualidade e quantidade da fonte de energia não proteica. De forma semelhante ao que ocorre com a nutrição de plantas para macro e micronutrientes, o atendimento das exigências em aminoácidos pelos peixes segue a “Lei do Mínimo”, isto é, enquanto a exigência do primeiro aminoácido limitante não for suprida, a utilização dos demais fica restrita à quantidade limitada daquele.

5.3. Lipídios

Os lipídios são uma importante fonte de energia para os peixes, principalmente para as espécies de água marinha e fria, que apresentam capacidade limitada para utilizar carboidratos como fonte de energia. Constituem fonte de ácidos graxos essenciais, necessários para o crescimento e desenvolvimento. Atuam no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis e como constituintes da membrana celular (na forma de fosfolipídios). São precursores de eicosanoides e hormônios esteroides, substâncias relacionadas com funções metabólicas, reprodutivas, imunológicas, entre outras.

A maioria dos lipídios apresenta ácidos graxos em sua composição. Os essenciais para os peixes são: ácido linoleico (ômega-6), ácido araquidônico (ômega-6), ácido linolênico (ômega-3), ácido eicosapentaenoico (EPA) (ômega-3) e ácido docosaenoico (DHA) (ômega-3). A deficiência nesses ácidos graxos causa redução no crescimento e no desempenho reprodutivo, despigmentação, erosão das nadadeiras e problemas cardíacos. A quantidade e proporção exigidas desses ácidos graxos dependem da espécie de peixe em questão. As de água marinha e fria apresentam maior exigência por ácidos graxos insaturados do tipo ômega-3 do que as de água doce e tropical.

5.4. Carboidratos

Peixes possuem maior habilidade em utilizar lipídios e proteínas como fonte de energia. Embora nenhuma exigência em carboidratos tenha sido demonstrada para peixes, sua adequada inclusão na dieta pode reduzir os custos das rações devido ao seu menor custo e efeito economizador de proteína, que acaba por reduzir a emissão de compostos nitrogenados na água. Além disso, a presença de amido nas rações, principal carboidrato utilizado, é importante para a expansão e aglutinação de rações extrusadas.

O valor nutricional ou a capacidade de utilização de carboidratos varia entre as espécies de peixe:

- Os de água doce e quente apresentam maior capacidade de utilização de carboidratos em relação aos de água marinha e fria;
- Espécies carnívoras apresentam menor habilidade em utilizar carboidratos em comparação às herbívoras e onívoras;
- A maioria das espécies utiliza melhor os carboidratos mais complexos como o amido do que os mais simples como açúcares;
- A maioria das espécies utiliza mais eficientemente o amido cozido ou gelatinizado do que o cru;
- Os carboidratos estruturais (que pertencem à fração fibrosa do alimento) não são aproveitados significativamente pelos peixes porque não são digeridos.

5.5. Vitaminas

As vitaminas são exigidas em pequenas quantidades na dieta dos peixes e funcionam como catalisadores ou reguladores metabólicos. Suas exigências variam de acordo com a espécie, fase de desenvolvimento, taxa de crescimento, ambiente, sistema de cultivo e interações com outros nutrientes. São 15 as essenciais para os peixes, das quais quatro são lipossolúveis e 11, hidrossolúveis. Suas funções encontram-se resumidas na Tabela 3. Dentre os principais sinais de deficiência em vitaminas relatados estão: natação errática ou em espiral, deformidades no corpo, lordose, escoliose, ascite, escurecimento ou perda de pigmentação da pele, dermatite, catarata, exoftalmia, anemia, hemorragia, convulsão, letargia, perda de escamas, excesso de muco, distrofia muscular, falta de apetite, entre outros. Ao contrário das vitaminas hidrossolúveis, as lipossolúveis são acumuladas no corpo e, em excesso, podem ocasionar toxidez por hipervitaminose.

Tabela 3. Principais funções das vitaminas em peixes de água doce (Fonte: PEZZATO et al., 2004; NRC, 2011).

| | Vitamina | Função |
|------------------------------|--|--|
| Lipossolúveis | A | - Desenvolvimento embrionário; participa da produção de células secretoras de muco; essencial para a visão; manutenção da resistência a infecções. |
| | D | - Metabolismo de cálcio e fósforo; importante para o desenvolvimento, crescimento e manutenção da estrutura óssea. |
| | E | - Função antioxidante, juntamente com a vitamina C e o selênio, protegendo vitaminas e ácidos graxos insaturados da oxidação. |
| | K | - Atuação na coagulação sanguínea e no transporte de cálcio. |
| Hidrossolúveis | Tiamina (B ₁) | - Cofator de enzimas importantes na produção de energia. |
| | Riboflavina (B ₂) | - Componente de coenzimas importantes em reações de óxido-redução. |
| | Piridoxina (B ₆) | - Metabolismo de aminoácidos; catabolismo do glicogênio; essencial para a síntese de neurotransmissores. |
| | Ácido pantotênico (B ₃) | - Metabolismo de aminoácidos, lipídios e carboidratos. |
| | Niacina | - Metabolismo de aminoácidos, lipídios e carboidratos. |
| | Biotina | - Metabolismo de aminoácidos, lipídios e carboidratos. |
| | Ácido fólico | - Síntese e metabolismo de aminoácidos. |
| | Cianocobalamina (B ₁₂) | - Metabolismo de carboidratos e lipídios; formação de hemácias; manutenção do tecido nervoso. |
| | Colina | - Manutenção da estrutura de membranas biológicas e transmissão de impulso nervoso. |
| | Inositol | - Manutenção da estrutura de membranas biológicas. |
| Vitamina C (ácido ascórbico) | - Manutenção do tecido conjuntivo, vascular e ósseo; absorção de ferro; atua junto com a vitamina E na redução da oxidação de lipídios da dieta e tecidos corporais. | |

A estabilidade química e funcional das vitaminas na dieta é prejudicada por diversos fatores como incidência de raios ultravioleta, presença de lipídios oxidados, temperaturas elevadas, meio ácido, presença de oxigênio e de microminerais. O uso de formas mais estáveis das vitaminas e o armazenamento e fornecimento adequados das rações podem reduzir tais perdas.

5.6. Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos essenciais para os processos vitais, tais como formação do esqueleto, manutenção da viscosidade, composição de hormônios e vitaminas, ativação e composição de enzimas, dentre outros. No caso dos peixes, podem ser obtidos através da água e da dieta. A concentração de minerais no organismo depende da espécie, estágio de desenvolvimento, estado fisiológico e de saúde, tipo de alimentação, qualidade da água e outros fatores ambientais. Na Tabela 4, destacam-se as principais funções e sinais da deficiência de alguns minerais para peixes.

Tabela 4. Funções biológicas de alguns minerais para peixes e seus respectivos sinais clínicos e subclínicos de deficiência (Fonte: PEZZATO et al., 2004; NRC, 2011).

| Mineral | Funções | Sinais de deficiência |
|---------------------------|--|--|
| Cálcio | - Desenvolvimento e manutenção do sistema esquelético; contração muscular; transmissão de impulsos nervosos; manutenção da integridade da membrana celular e ativação enzimática. | - Descalcificação, osteoporose e distrofia osteoide. |
| Fósforo | - Desenvolvimento e manutenção do sistema esquelético; constituinte dos ácidos nucleicos, da membrana celular e da molécula de energia ATP; atua no metabolismo de carboidratos, lipídios e aminoácidos. | - Redução no crescimento e eficiência alimentar; - Amolecimento e deformação dos ossos da cabeça, vértebras e costelas. |
| Magnésio | - Manutenção da homeostase intra e extracelular; atua na respiração celular; cofator para reações enzimáticas; ativação da síntese de aminoácidos; atua no metabolismo do tecido esquelético, na transmissão neuromuscular e no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. | - Redução no crescimento. |
| Sódio, potássio e cloreto | - Sódio e cloreto são os principais íons dos fluidos extracelulares do corpo, enquanto o potássio, do fluido intracelular; atua no equilíbrio osmótico e ácido-base. | - Deficiência desses minerais é rara em peixes, pois são abundantes na água e ração. |
| Ferro | - Atua no processo de respiração celular (atividades de óxido-redução e transporte de elétrons); papel na produção e funcionamento da hemoglobina, mioglobina, citocromos e outros sistemas enzimáticos. | - Anemia microcítica. |
| Cobre | - Constituinte de várias enzimas do metabolismo. | - Redução no teor de cobre nos tecidos. |

| | | |
|----------|--|---|
| Manganês | - Cofator na conversão de ureia em amônia, no metabolismo de aminoácidos, no metabolismo ácido de gorduras e na oxidação da glicose; ativação de enzimas do metabolismo. | - Redução no crescimento |
| Zinco | - Cofator em sistemas enzimáticos; componente de metaloenzimas; regulador de vários processos do metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. | - Lesões na pele e nadadeiras; desenvolvimento de catarata. |
| Iodo | - Atua na biossíntese dos hormônios da tireoide que controlam a oxidação celular e influenciam o crescimento; atua em outras glândulas endócrinas; possui função neuromuscular e dinâmica circulatória; atua no metabolismo de nutrientes. | - Hiperplasia tireoidiana. |
| Selênio | - Cofator da enzima glutatona peroxidase; protege células e membranas dos danos causados pelos peróxidos; atua em conjunto com a vitamina E como antioxidante biológico. | - Combinada com vitamina E causa distrofia muscular. |

Recomendações técnicas

1. As proteínas constituem o nutriente da dieta de maior importância para o desenvolvimento dos peixes, além de ser o nutriente de maior custo nas rações.

6. Outros componentes da dieta

6.1. Água

A água pode estar presente nas dietas de diferentes formas: adicionada como ingrediente na formulação de rações, como constituinte natural dos alimentos e absorvida do ar atmosférico. É importante conhecer o teor de água presente na dieta para evitar perdas na qualidade do alimento ao ser armazenado e manipulado.

6.2. Fibra alimentar

As fibras são a porção indigestível encontrada nos alimentos, composta por celulose, lignina, pentosanas e outros carboidratos complexos. A sua presença na dieta diminui o tempo que o alimento permanece no trato digestório, reduzindo seu tempo

de exposição à ação de enzimas digestivas e prejudicando a eficiência de absorção dos nutrientes. Ocorre um aumento na produção de fezes que são lançadas ao meio, provocando maior poluição do ambiente aquático. A fibra alimentar, no entanto, serve como preenchimento e aglutinante nas dietas. Sua inclusão não deve passar de 6% para que não comprometa a digestibilidade e o desempenho dos peixes.

6.3. Antioxidantes

Os antioxidantes são substâncias adicionadas às rações para retardar os processos de deterioração, rancificação e descoloração. São extremamente importantes em dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados para prevenir a oxidação de lipídios, vitaminas lipossolúveis e pigmentos lipofílicos. Esse processo de rancificação resulta na formação de produtos tóxicos e na alteração da cor, sabor, aroma e textura dos alimentos, além de afetar seu valor nutricional. Degeneração do fígado, irritação da mucosa intestinal, diarreias, dentre outras patologias têm sido relatadas em consequência à ingestão de alimentos rancificados.

Fazem parte do grupo de antioxidantes naturais as vitaminas A, C e E, carotenoides e minerais como selênio, zinco, cobre, magnésio e ferro. A vitamina E tem sido suplementada em rações para evitar a rancificação. Uma vez que esta é muito suscetível à oxidação, quando usada como antioxidante natural, sua inclusão deve ser feita em quantidades acima da exigência do peixe, já que boa parte será oxidada no período de armazenamento da ração.

6.4. Pigmentos

Os pigmentos são substâncias químicas responsáveis pela coloração da pele, carne e ovos dos peixes, conferindo-lhes tons do amarelado ao avermelhado. Na natureza, esses pigmentos são obtidos por meio do alimento natural, devendo ser suplementados na dieta dos peixes em cativeiro quando for interessante para o mercado consumidor e se a espécie for capaz de pigmentar o tecido muscular. Em ornamentais e salmonídeos, a adição desses componentes na dieta, além de intensificar a cor, melhora o valor comercial do produto. Entretanto, são indesejáveis no caso de peixes cujo mercado busca por um filé claro, como bagres.

A astaxantina e a cantaxantina são os principais pigmentos usados em dietas para salmonídeos. Alimentos de origem vegetal são pobres em astaxantina e ricos em luteína e zeaxantina, como o milho, produzindo coloração não desejável em filés preferencialmente claros como os dos surubins.

6.5. Imunoestimulantes

Os imunoestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas, que, adicionadas à dieta dos peixes, estimulam as funções imunológicas e melhoram a resistência às doenças, podendo favorecer o seu desempenho. Algumas vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, hormônios, substâncias derivadas de plantas e animais, prebióticos e probióticos podem atuar como imunoestimulantes.

Os prebióticos são substâncias não digestíveis, adicionadas às rações para manipular a microbiota intestinal, favorecendo a proliferação daqueles micro-organismos desejáveis ao hospedeiro (peixe). São exemplos: amido, fibras dietéticas, oligossacarídeos, dentre outros. Já os probióticos são micro-organismos do trato gastrintestinal que contribuem benéficamente para o hospedeiro, favorecendo o aproveitamento do alimento, estimulando a resposta imune ou, ainda, melhorando a qualidade do ambiente intestinal. O uso desses imunoestimulantes e outros podem contribuir para a redução no emprego de medicamentos, porém, mais estudos sobre sua utilização e eficácia são ainda necessários.

6.6. Atrativos

A adição de atrativos ou palatilizantes nas rações tem papel importante na redução do tempo gasto pelos peixes para detectar e capturar o alimento, diminuindo, assim, as perdas de nutrientes na água antes que o alimento seja ingerido. Além disso, estimular o consumo, especialmente nas fases iniciais de vida dos peixes, também é função dos atrativos.

É através da visão e olfato que ocorre a detecção do alimento pelos peixes, entretanto, seu sabor é que determinará se será consumido ou não. Cada espécie reage de forma diferente na detecção dos diversos sabores dos alimentos, de acordo com suas preferências. São exemplos de substâncias estimulantes, capazes de melhorar a aceitação do alimento tanto para espécies carnívoras, quanto para onívoras: aminoácidos livres, dipeptídeos, betaína e inosina.

Para que funcionem como atrativos, devem simular as características químicas dos alimentos naturalmente procurados pelos peixes em seu ambiente natural. Carnívoros têm preferência por substâncias alcalinas e neutras. Dessa forma, alguns aminoácidos com essa natureza, como glicina, prolina, taurina, valina e betaína apresentam bom resultado como palatilizantes. Já herbívoros preferem substâncias ácidas, tais como ácidos aspártico e glutâmico.

6.7. Aglutinantes

Melhorias na estabilidade e firmeza dos péletes e redução na quantidade de pós durante o processamento e manipulação da ração podem ser obtidas por meio do uso de aglutinantes e de técnicas de processamento, tal como a extrusão. Os aglutinantes podem ser nutritivos ou não, sendo que seu valor nutricional frequentemente é limitado, devido ao fato de serem inertes. Alginatos de sódio, compostos de lignina, goma-guar e carboximetilcelulose são exemplos de aglutinantes não nutritivos. Dentre os nutritivos, o amido, presente nos grãos dos cereais, é o principal aglutinante usado nas rações. Quando cozido, gelatiniza, conferindo firmeza, estabilidade e fluabilidade para a ração na água.

6.8. Antinutrientes e toxinas

As dietas oferecidas aos peixes, formuladas para atender suas necessidades nutricionais, podem conter não somente os nutrientes desejáveis, mas também algumas substâncias que interferem negativamente no organismo. Estas podem estar contidas nos próprios ingredientes usados na formulação da ração ou serem resultantes de um processo de contaminação acidental proveniente do mau acondicionamento dessas rações depois de prontas. Dependendo de sua concentração, podem comprometer a efetividade da dieta. Portanto, são de grande importância a escolha criteriosa dos ingredientes das rações e o monitoramento de sua qualidade no processamento e armazenagem.

Os antinutrientes são substâncias que, de forma geral, afetam negativamente o desempenho dos peixes e estão presentes em alguns ingredientes, principalmente naqueles de origem vegetal. Na Tabela 5, encontram-se listados alguns dos principais antinutrientes, a descrição de suas formas de ação e inativação, bem como alguns dos ingredientes em que ocorrem.

As micotoxinas são substâncias geradas durante o processo de crescimento de fungos que se desenvolvem em diversos ingredientes da dieta ou na própria dieta. Estimulam o aparecimento de células tumorais, são tóxicas para as células, inclusive para as do sistema nervoso, além de reduzir a imunidade dos peixes. Dentre elas, as mais conhecidas são as aflatoxinas, causadoras de distúrbios hepáticos. Entretanto, há toxinas produzidas por outros tipos de fungos (Tabela 6). A sensibilidade às micotoxinas é espécie-específica. A contaminação das rações com micotoxinas pode ocorrer direta (contaminação do alimento com o fungo que irá produzir a micotoxina) ou indiretamente (através do uso de um ingrediente previamente contaminado).

Tabela 5. Principais fatores antinutricionais em rações para peixes, características de sua ação e ingredientes onde ocorrem.

| Principais fatores antinutricionais | Ação | Inativação ou formas de amenizar sua ação | Ocorrência |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Inibidores de tripsina | <ul style="list-style-type: none"> - Formam complexos com a tripsina, prejudicando sua ação no processo digestivo; - Grau de intolerância a sua ação varia de acordo com a espécie. | <ul style="list-style-type: none"> - Processamento a quente. | <ul style="list-style-type: none"> - Grãos crus de leguminosas, principalmente a soja. |
| Agentes hemaglutinantes | <ul style="list-style-type: none"> - Aglutinam as células vermelhas do sangue. | <ul style="list-style-type: none"> - São inativados pela pepsina no estômago, não representando grandes problemas para peixes com estômago verdadeiro; - Processamento a quente associado com umidade. | <ul style="list-style-type: none"> - Soja. |
| Ácido fítico ou fitato | <ul style="list-style-type: none"> - Peixes não produzem fitase para quebrar a molécula e liberar seu fósforo; - Liga-se a proteínas e minerais reduzindo a biodisponibilidade destes para os peixes. | <ul style="list-style-type: none"> - Suplementação de fitase na dieta (porém ainda está sendo estudada); - Suplementação mineral em maior quantidade; - Tratamento ácido-alcoólico. | <ul style="list-style-type: none"> - Representa cerca de 70% do fósforo na maioria dos ingredientes vegetais. |
| Gossipol | <ul style="list-style-type: none"> - Pode causar distúrbios hepáticos e lesões renais; - Pode se ligar com a lisina, tornando esse aminoácido indisponível para o peixe, bem como com o ferro, reduzindo sua absorção e retenção; - Sua tolerância varia dependendo das espécies. | <ul style="list-style-type: none"> - Solventes orgânicos e tratamento ácido. | <ul style="list-style-type: none"> - Caroço de algodão. |

| | | | |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Glicosinolatos | <ul style="list-style-type: none"> - Afetam o funcionamento da tireoide, prejudicando a absorção de iodo e o funcionamento dos rins e fígado. | <ul style="list-style-type: none"> - Tratamento térmico aquoso. | <ul style="list-style-type: none"> - Colza e canola. |
| Tiaminase | <ul style="list-style-type: none"> - Enzima responsável pela destruição da tiamina (vitamina B1), ocasionando sua deficiência. | <ul style="list-style-type: none"> - Tratamento com calor ou ensilagem. | <ul style="list-style-type: none"> - Rações que contenham preparos com peixes crus, sendo mais comum em peixes de água doce. |
| Saponinas | <ul style="list-style-type: none"> - Ação hemolítica; - Danos ao epitélio respiratório das brânquias; - Modificações na permeabilidade da mucosa intestinal; - Retardo no crescimento e diminuição da digestibilidade da proteína. | <ul style="list-style-type: none"> - Remoção por extração aquosa. | <ul style="list-style-type: none"> - Farelo de soja. |
| Taninos e outros compostos fenólicos | <ul style="list-style-type: none"> - Redução da absorção de nutrientes; - Redução da ação de enzimas digestivas; - Podem causar hemorragias, nefrites, necrose hepática e gastroenterites. | <ul style="list-style-type: none"> - Tratamento térmico. | <ul style="list-style-type: none"> - Soja, sorgo, canola e girassol. |
| Polissacarídeos não amiláceos | <ul style="list-style-type: none"> - Aumento da viscosidade da digesta; - Redução da digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos; - Redução da taxa de passagem no trato gastrintestinal com consequente redução do consumo; - Redução na absorção dos nutrientes no intestino. | <ul style="list-style-type: none"> - Adição de enzimas exógenas à dieta. | <ul style="list-style-type: none"> - Farelo de algodão, farelo de canola, farelo de girassol, farelo de arroz, farelo de soja, farelo de linhaça, farelo de trigo, centeio, tritcale. |

Tabela 6. Micotoxinas comumente encontradas em ingredientes e rações e o efeito destas nos peixes.

| Tipo de micotoxina | Gênero de fungo | Ingredientes | Efeitos mais comuns |
|----------------------|---|---|--|
| Aflatoxina | <i>Aspergillus</i> | - Amendoim, milho, caroço de algodão, sorgo, cereais, sementes de oleaginosas, amêndoas, especiarias etc. | - Prejudica a síntese proteica; reduz o crescimento e a eficiência alimentar; pode causar hepatotoxicidade, imunossupressão, hemorragia intestinal, anemia, carcinogênese, anormalidades renais. |
| Fumonisina | <i>Fusarium</i> | - Milho e outros grãos. | - Problemas neurológicos; carcinogênese; hepatotoxicidade; imunossupressão. |
| Tricotecenos | <i>Fusarium</i> , <i>Myrothecium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Stachybotrys</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Trichothecium</i> , <i>Verticimonosporium</i> | - Milho e outros grãos. | - Inibição da síntese proteica; redução do ganho em peso; recusa alimentar; danos aos tecidos hepáticos. |
| Zearalenona | <i>Fusarium</i> | - Milho e outros grãos. | - Problemas reprodutivos. |
| Citrinina | <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Monoascus</i> | - Arroz, aveia, centeio, cevada, milho, trigo. | - Nefropatias. |
| Ocratoxina | <i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i> | - Milho, trigo, cevada e outros cereais. | - Possui ação tóxica aos rins, fígado, sistema imune e brânquias, sendo cancerígena. |
| Ácido Ciclopiazônico | <i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i> | - Cereais, milho e amendoim. | - Distúrbios renais e intestinais; anormalidades no estômago. |

A oxidação de ácidos graxos insaturados dos alimentos ocasiona a formação de radicais livres, peróxidos, hidroperóxidos, aldeídos e cetona. Esses compostos reagem com outros componentes da dieta, reduzindo seu valor nutricional. Os sinais apresentados em peixes alimentados com óleos oxidados são similares aos apresentados em situações de deficiência de vitamina E. Os sinais podem ser prevenidos com suplementação adicional de vitamina E na dieta ou adição de antioxidantes sintéticos à dieta.

6.9. Metais pesados

Os metais pesados são definidos como sendo aqueles situados entre o cobre e o chumbo na tabela periódica e, dependendo do metal e/ou de sua concentração, podem agir tanto como nutrientes, a exemplo do cobre e zinco, quanto como agentes tóxicos aos peixes, tais como mercúrio, cádmio e arsênio. A toxicidade de um metal depende não só de sua concentração na dieta, mas também da concentração de outros minerais, bem como do tamanho do peixe e espécie em questão. Os peixes absorvem estes metais pelas brânquias, pela superfície corporal e pela ingestão de alimentos ou água contaminados, podendo acumulá-los no tecido muscular. Em quantidades subletais, os metais pesados podem causar mudanças morfológicas, fisiológicas e comportamentais, tais como redução no crescimento, modificações na respiração e movimentos natatórios.

6.10. Bifenis policlorados

São compostos sintéticos não biodegradáveis normalmente encontrados em produtos industriais empregados como fluidos dielétricos e hidráulicos, bem como retardadores de fogo e isolantes térmicos. Estão presentes também na composição de graxas e óleos lubrificantes, tintas, pesticidas, tintas de impressão, espuma usada em móveis, dentre outros produtos, que, lançados ao ambiente, são poluentes do solo, água ou ar.

Esses compostos destacam-se como um dos dez poluentes com maior potencial de biotoxicidade, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente de 2003. São lipofílicos, ou seja, acumulados em lipídios, sendo bioacumulados ao longo da cadeia alimentar. O uso de resíduos de peixes marinhos e de água doce de ambientes contaminados para a produção de farinha e óleo de peixe torna esses ingredientes a principal fonte de contaminação com bifenis policlorados nas dietas. Quando em níveis acima do tolerado pelos peixes, podem ocasionar 100% de mortalidade no lote, podendo, também, ocorrer lesões hepáticas, alterações no metabolismo do fígado e diminuição da atividade da glândula tireoide, quando em doses não letais.

6.11. Defensivos agrícolas

Os defensivos agrícolas são compostos usados para prevenir, controlar ou eliminar pragas na agricultura, sejam elas bactérias, fungos, ácaros, ervas daninhas, insetos, nematoides, roedores ou moluscos. Podem contaminar a dieta ou a água de

cultivo, apresentando maior toxicidade em peixes juvenis, devido ao sistema imunológico ainda imaturo e metabolismo mais acelerado que os adultos, conferindo-lhes maior sensibilidade aos agentes químicos. Causam displasia e esterilidade das gônadas, letargia, distúrbios nervosos, anorexia e tumores hepáticos, podendo levar à morte.

7. Ingredientes para a formulação de dietas para peixes

A escolha de um ingrediente para a formulação de dietas eficientes deve considerar diversos critérios como sua composição nutricional, digestibilidade, disponibilidade ao longo do ano, economicidade, palatabilidade, entre outros. Os ingredientes podem ser classificados em:

- **Fibrosos:** possuem acima de 18% de fibra bruta (matéria seca);
- **Energéticos:** possuem menos do que 20% de proteína e menos do que 18% de fibra bruta (matéria seca). São geralmente de origem vegetal (por exemplo, grãos e óleos);
- **Proteicos:** apresentam mais do que 20% de proteína (matéria seca). Podem ser de origem vegetal (farelos de oleaginosas, principalmente) ou animal (farinhas de resíduos animais, principalmente);
- **Suplementos vitamínicos e minerais:** geralmente fornecidos na forma de uma pré-mistura (premix) de vitaminas e minerais incorporados a um veículo sólido (q.s.p.) (necessário para facilitar a incorporação destes nutrientes na ração, devido ao baixo volume de inclusão dos mesmos);
- **Aditivos:** ingredientes adicionados à formulação sem função nutricional, como, por exemplo, medicamentos, imunoestimulantes, palatabilizantes, pigmentos, aglutinantes, antioxidantes etc.

A seguir serão apresentados os ingredientes proteicos e energéticos mais comumente empregados em rações para peixes³.

³ A composição nutricional destes ingredientes e outros utilizados para a formulação de rações para peixes é encontrada no livro organizado por Rostagno et al. (2011), cuja referência encontra-se no item Bibliografia recomendada deste capítulo.

7.1. Ingredientes proteicos de origem animal

Os ingredientes proteicos de origem animal possuem proteína de elevado valor biológico em comparação aos de origem vegetal. Isto significa melhor equilíbrio entre os aminoácidos essenciais, o que contribui para o melhor aproveitamento da fração proteica do ingrediente. Além disso, ingredientes de origem animal conferem maior palatabilidade (sabor) às dietas, contribuindo para maior aceitação pelos peixes. Como pontos negativos, apresentam produção inconstante e grande variabilidade de composição entre lotes produzidos.

a. Ingredientes derivados de peixe

Compreendem a farinha de peixe inteiro e a de resíduo de peixe (que é a mais utilizada atualmente nas formulações pelas indústrias brasileiras). Constituem um subproduto desidratado e moído, obtido pela cocção da matéria-prima, seguida de extração parcial do óleo. Apresentam bom equilíbrio de aminoácidos essenciais e ácidos graxos, teores variáveis de gordura (4 a 20%) e de matéria mineral (11 a 23%), constituindo importante fonte de fósforo e microminerais (zinco, manganês, cobre, selênio e ferro) para a ração. O tipo de resíduo utilizado na produção da farinha determina sua qualidade: a farinha de peixe integral apresenta maior teor proteico, quando comparada à de resíduos, que apresenta maior quantidade de matéria mineral.

A farinha de peixe é o ingrediente mais caro utilizado na fabricação de rações para peixes. Devido ao alto custo e excelente qualidade nutricional, a utilização desse ingrediente deve ser priorizada em dietas para reprodutores e animais jovens (pós-larvas e alevinos), que representam as fases de maior exigência nutricional. Na de engorda, quando é consumido o maior volume de ração, há a necessidade de diminuir a inclusão de farinha de peixe nas dietas, reduzindo o custo de produção.

Além da secagem para a produção de farinha, os resíduos de peixe podem ser preservados e aproveitados de outras formas, como é o caso da silagem e do hidrolisado de peixe. Quando o resíduo é preservado em ácido antes da hidrólise, chama-se silagem. Quando é hidrolisado e então acidificado para preservação, é chamado de hidrolisado de peixe. Ácidos orgânicos e inorgânicos podem ser utilizados como acidulantes. É importante que o pH se mantenha abaixo de 4,0 e que substâncias antifúngicas e antioxidantes sejam adicionadas. Durante a reação de hidrólise da proteína do peixe, ocorre liberação de água, resultando em um produto líquido.

b. Farinha de carne e farinha de carne e ossos

São produtos oriundos do processamento industrial de tecidos animais. Ambas as farinhas são obtidas a partir do mesmo fluxograma de processamento. O que as diferencia é o teor de fósforo e de matéria mineral (cinzas). Na farinha de carne, o nível de fósforo não deve ser superior a 4% e o teor de matéria mineral deve ser menor que 26%. Sempre que os teores forem maiores que estes, a farinha será de carne e ossos.

Existem vários tipos de farinha de carne, de acordo com o teor proteico (de 36 a 60%), quantidade de ossos e origem (bovina, suína ou mista). Essas características determinam a qualidade nutricional e digestibilidade proteica da farinha. Portanto, um dos maiores problemas relacionados com proteínas de origem animal é o fato de haver muita variação entre produtos. Além disso, o conhecimento dos tipos de resíduos que entram na composição das farinhas é importante, pois, dependendo de suas proporções, podem alterar a digestibilidade e qualidade do ingrediente. Não se admite e é considerada adulteração a adição de pelos, pó de chifre ou cascos, conteúdo gastrointestinal, couro e excesso de sangue.

A principal vantagem da utilização das farinhas de carne ou carne e ossos para peixes é o custo baixo desses ingredientes, além do aumento da palatabilidade das rações de origem vegetal. Contudo, diferentes processos industriais de obtenção das farinhas influenciam na qualidade do produto e influenciarão no desempenho animal.

c. Farinha de vísceras de aves

É obtida através do processamento de pedaços de carcaças de aves (cabeça, pescoço, sangue e vísceras) isentos de matéria fecal e pedaços de carcaças condenadas pela inspeção e de aves que morreram durante o transporte. Caracteriza adulteração a presença de resíduos de incubatórios e outras matérias estranhas a sua composição, como cascas de ovos ou penas. Seu teor de proteína varia de 55 a 65%, sendo deficiente em treonina, fenilalanina e lisina. Pode apresentar alta quantidade de gordura (acima de 13%), o que dificulta o processamento da ração (peletização e extrusão) e, conseqüentemente, diminui a estabilidade da ração na água.

d. Farinha de penas hidrolisada

É o produto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue e vísceras. As farinhas de penas de boa qualidade devem conter teores de proteína e digestibilidade proteica acima de 80%. A farinha de penas é rica em cistina, mas pouco palatável e deficiente em vários aminoácidos essenciais (histidina, lisina, triptofano e metionina), portanto seu uso em rações para peixes é limitado.

e. Farinha de sangue

É o produto resultante do processo de cozimento e secagem do sangue bovino ou suíno fresco, sem pelos, urina e conteúdo digestivo, exceto em quantidades que podem ser admitidas nas boas práticas de processamento. O método de secagem do sangue é provavelmente o fator que mais contribui para a qualidade da farinha de sangue. O processamento tradicional, com secagem em tambores rotatórios ou chapas quentes, diminui severamente a qualidade e digestibilidade da proteína. No processamento denominado *spray-dried*, a umidade é removida por evaporação em baixa temperatura até obtenção de massa pastosa, que é passada na forma de *spray* por curto período de tempo em um equipamento com corrente de ar quente. A farinha de sangue *spray-dried* apresenta melhor qualidade proteica e, portanto, é a mais indicada para inclusão em dietas para peixes.

A legislação brasileira e as indústrias de rações estabeleceram como padrão mínimo o nível de 80% de proteína bruta para esta farinha. É deficiente em metionina e isoleucina, devendo ser combinada com outros ingredientes proteicos para adequado balanço de aminoácidos essenciais. Além disso, é um produto que apresenta problemas de palatabilidade se usado em grandes quantidades na dieta.

7.2. Ingredientes proteicos de origem vegetal

As fontes proteicas de origem vegetal caracterizam-se pela disponibilidade constante ao longo do ano, composição homogênea e custo relativamente inferior às de origem animal. Porém, quando utilizadas como único ingrediente proteico na dieta, há desequilíbrio de aminoácidos, comprometendo o desempenho dos animais. Além disso, a maioria apresenta problemas de palatabilidade e fatores antinutricionais, que afetam a eficiência de utilização dos nutrientes, prejudicando o crescimento dos peixes. Por outro lado, a combinação equilibrada de vários ingredientes proteicos alternativos traz maior possibilidade de sucesso nessa substituição, além de diminuir o impacto ambiental por excreção de nitrogênio e fósforo, principalmente. Ingredientes de origem animal, como as farinhas de peixe, carne ou carne e ossos apresentam altos teores de matéria mineral (entre eles, nitrogênio e fósforo) em sua composição, sendo o excesso eliminado pelos animais no ambiente aquático.

a. Farelo de soja

O farelo de soja é atualmente o ingrediente vegetal mais utilizado na formulação de rações para peixes, devido ao alto valor proteico (44 a 50% de proteína bruta) e adequado balanço de aminoácidos, exceto pelos níveis marginais de metionina. Tem sido utilizado com sucesso como substituto da farinha de peixe, podendo compor até 50% da base proteica da ração, sendo que, para algumas espécies herbívoras, onívoras ou frugívoras, essa substituição pode ser de até 100%, dependendo da fase de vida do peixe e da qualidade dos ingredientes.

A inclusão em dietas para algumas espécies de peixe é limitada pela presença de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, ácido fítico, saponinas e lectinas (Tabela 5). Alguns desses antinutrientes podem ser inativados pelo calor durante o processamento do farelo (tostagem), mas ainda podem restar muitos fatores termoestáveis os quais são resistentes ao tratamento térmico. Tais fatores comprometem a qualidade do ingrediente, quando comparado com fontes de origem animal.

b. Farelo de canola

O farelo de canola figura em segundo lugar no *ranking* de produção mundial de proteína de origem vegetal. Este vem sendo estudado como fonte alternativa de proteína para a formulação de rações para peixes. Obtido após extração do óleo por prensagem e/ou com solventes, apresenta teor de proteína bruta em torno de 35% e perfil de aminoácidos semelhante ao do farelo de soja, porém com menor teor de lisina, sendo mais rico em metionina e cistina. Pode ser incluído em níveis de até 45% da dieta sem reduzir o crescimento de peixes onívoros, como a tilápia-do-Nilo e o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). Como pontos negativos são relatados fatores antinutricionais como o ácido fítico, que representa 75% do fósforo total do farelo, e os glicosinolatos, que inibem a produção de hormônios pela tireoide (Tabela 5).

c. Farelo de girassol

O farelo de girassol possui teor de proteína bruta entre 30 e 40%, o que permite seu uso como fonte proteica em dietas para peixes. Por ser deficiente em lisina, um aminoácido essencial, deve ser utilizado em combinação com outros ingredientes proteicos. Pelo fato de possuir alto teor de fibra, sua inclusão na dieta de peixes limita-se a no máximo 30%. Uma forma de melhorar a qualidade desse ingrediente é a eliminação das cascas do grão antes da extração do óleo, o que resulta em farelo de girassol com maior teor proteico e menor quantidade de fibras. Além da fibra, outros fatores antinutricionais presentes no farelo de girassol são o ácido fítico, os compostos fenólicos e os taninos (Tabela 5).

d. Farelo de algodão

O farelo de algodão é o subproduto da prensagem e moagem das sementes de algodão, que resulta em um ingrediente com teor proteico entre 38 e 42%. Seu conteúdo em aminoácidos essenciais é satisfatório, exceto em lisina. Como fatores antinutricionais, apresenta elevado teor de fibra (em torno de 10%) e gossipol (Tabela 5).

7.3. Ingredientes energéticos

A utilização de ingredientes energéticos de qualidade e em proporções ideais é importante para maximizar a eficiência de utilização da proteína pelos peixes.

a. Milho

O milho é o ingrediente energético mais utilizado na formulação de dietas para peixes. Possui entre 7,5 e 9,5% de proteína e 2.200 kcal/kg de energia digestível. Embora a digestibilidade proteica possa ser superior a 90%, é deficiente em lisina e metionina. É incluído em maiores quantidades em rações para onívoros, uma vez que peixes carnívoros apresentam baixa capacidade de digestão dos carboidratos. Para sua inclusão, devem ser avaliados fatores como teor de umidade e presença de micotoxinas.

b. Farelo de trigo

O farelo de trigo é um subproduto da moagem do trigo para produção de farinhas, composto basicamente pelo tegumento que envolve o grão. Possui entre 15 e 17% de proteína bruta, 4,5% de gordura e mais de 10% de fibra. Possui elevado teor de fósforo, entretanto, aproximadamente 60% desse mineral encontram-se na forma de ácido fítico (fitato), indisponível para peixes (Tabela 5). O alto teor de fibra e ácido fítico e a deficiência em aminoácidos essenciais (lisina, metionina e fenilalanina) limitam sua inclusão na dieta. Uma característica interessante deste farelo é a sua alta capacidade de absorção de água, o que pode resultar em formação de fungos durante o armazenamento de rações em locais com elevada umidade relativa do ar.

c. Farelo de arroz

O farelo de arroz integral é um subproduto gerado em grande quantidade após o polimento do arroz descascado. Com a extração do óleo deste farelo, obtém-se o farelo de arroz desengordurado (FAD), que possui maior teor de proteína e aminoácidos do que o de arroz integral. A utilização do FAD, além de reduzir os custos nas dietas dos animais, reduz os riscos de rancificação, perdas de vitaminas e uso de antioxidantes, permitindo assim maior período de armazenamento.

O farelo de arroz integral possui entre 11 e 14% de proteína bruta, enquanto, no farelo de arroz desengordurado, o teor proteico pode chegar a 17%. Em relação a outros farelos de cereais, o de arroz possui maior conteúdo de aminoácidos, principalmente lisina. O cuidado com a inclusão do FAD em rações para peixes é devido ao alto conteúdo de fibra bruta, além de outros fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, polissacarídeos não amiláceos e fitato (cerca de 70% do fósforo dos grãos) (Tabela 5).

d. Sorgo

Em períodos de indisponibilidade de milho no mercado, o sorgo é utilizado como principal substituto. Possui entre 8,5 e 9,0% de proteína, apresentando deficiência em lisina e problemas devido ao alto teor de tanino, antinutriente que pode apresentar efeito tóxico aos peixes e que confere baixa palatabilidade à dieta (Tabela 5). Atualmente, já existem variedades de sorgo com níveis de taninos inferiores (menor que 0,1%), que devem ser priorizadas para alimentação animal.

8. Armazenamento de rações e ingredientes secos

Não basta a aquisição de uma ração de qualidade se não houver cuidados na manutenção dessa qualidade durante seu transporte e armazenamento. O correto é iniciar este cuidado logo no início da confecção da ração, com a escolha e armazenamento dos ingredientes.

Um dos problemas mais frequentes do mau armazenamento é devido ao excesso de umidade, que possibilita o desenvolvimento de fungos, com produção de toxinas e aumento da temperatura e fermentação da ração. A participação de ingredientes de origem vegetal nas formulações de rações para peixes tem aumentado, tornando-as mais suscetíveis à contaminação com micotoxinas (Tabela 6).

Do ponto de vista do armazenamento das rações, alguns cuidados devem ser observados quanto às características do local:

- Deve ser exclusivamente destinado para armazenar ração e outros alimentos, de forma a evitar contaminação com medicamentos e outros insumos agropecuários, como defensivos agrícolas e adubos;
- Arejado;
- Coberto, para evitar a incidência direta dos raios solares;
- Protegido das chuvas e livre de goteiras;
- Iluminado;
- Limpo, livre de roedores e pragas;
- Temperatura ambiente.

Quanto à disposição da ração no local, recomenda-se usar estrados (paletes) de madeira ou outro material, sobre os quais deverão ser empilhados os sacos de ração, evitando contato direto com o solo e umidade (Figura 6). Deve-se manter distância dos sacos de ração de pelo menos 50 cm das paredes do depósito para evitar umidade excessiva (Figura 6). Dessa forma, a ventilação na pilha de ração será favorecida, evitando a proliferação de fungos.

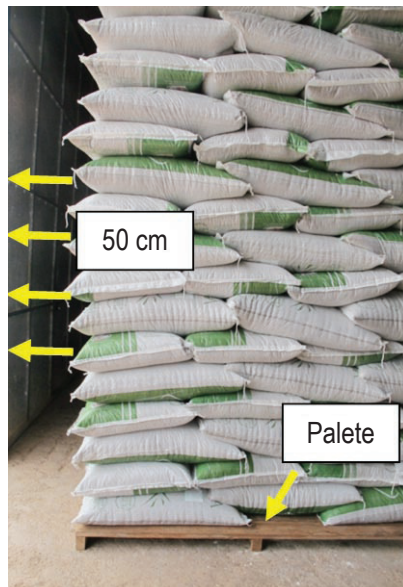


Figura 6. Forma correta de armazenar rações comerciais: sobre estrados (paletes) de madeira e mantendo distância mínima de 50 cm das paredes.

O tratador deverá, ainda, observar alguns aspectos ao manusear a ração, antes de oferecê-la aos peixes:

- Não deve apresentar alterações em sua coloração;
- O cheiro deve ser característico, não apresentando odor alcoólico ou rançoso;
- A temperatura deve ser ambiente, não apresentando elevações;
- A textura deve ser uniforme e característica do tipo da ração, não devendo apresentar aglomerados;
- Deve estar livre de insetos, fezes e urina de roedores;
- Em caso de suspeita, o tratador não deverá oferecer a ração aos peixes.

9. Índices de desempenho e eficiência alimentar

Existem alguns índices de desempenho que permitem o produtor avaliar a eficiência alimentar dos peixes em cultivo. Para tanto, é necessário medir o seu peso em um momento inicial e final. Quanto maior a densidade de um viveiro ou tanquede, maior deverá ser o número de peixes amostrados para a biometria, garantindo a representatividade do lote avaliado. O procedimento mais comumente usado envolve três amostragens de peixes em puçás (“três puçás de peixes”). O conteúdo de cada puçá é pesado e, na sequência, conta-se o respectivo número de peixes. Do peso registrado, desconta-se o peso do puçá e divide-se o resultado pelo número de peixes, obtendo-se o peso médio dos peixes. Posteriormente, calcula-se a média do peso médio das três amostragens (Figura 7). Com base nessa medida, mais o registro de consumo de ração e período de cultivo, o produtor poderá calcular os seguintes índices zootécnicos: peso médio dos peixes, média de ganho em peso, cálculo da biomassa, ganho em biomassa e taxa de conversão alimentar no período.

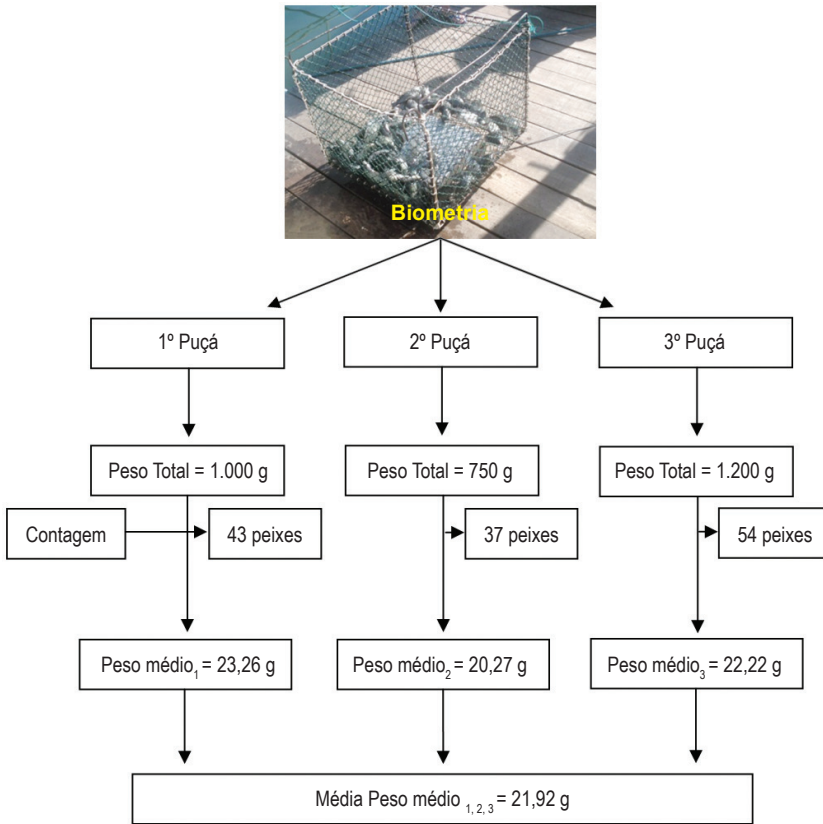


Figura 7. Esquema representativo de biometria de peixes cultivados em uma unidade produtiva.

Considerando, por exemplo, uma amostra com 54 peixes e peso total de 6.480 g, tem-se que:

- a. Peso médio dos peixes: $\text{Peso total da amostra} / \text{Número de peixes na amostra} = 6.480 / 54 = 120 \text{ g}$;

Considerando que um total de 1.000 peixes foi estocado no tanque, com peso médio final de 120 g e inicial de 10 g e que o consumo de ração durante o período foi de 132 kg, tem-se que:

- b. Média de ganho em peso: $\text{Peso final} - \text{Peso inicial} = 110 \text{ g}$;
- c. Biomassa final: $\text{Peso médio final} \times \text{número total de peixes} = 120 \text{ g} \times 1.000 = 120.000 \text{ g}$ ou 120 kg;

- d. Biomassa inicial: Peso médio inicial x número total de peixes = 10 g x 1.000 = 10.000 g ou 10 kg;
- e. Ganho em biomassa: Biomassa final – Biomassa inicial = 120 - 10 = 110 kg;
- f. Taxa de conversão alimentar no período = Quantidade de ração consumida no período/ Ganho em biomassa no período = 132/110 = 1,2 kg de ração/ kg de ganho em biomassa.

Recomendações técnicas

1. O armazenamento de rações deve ser feito em locais arejados, protegidos da chuva e raios solares, livres de goteiras e pragas e com temperatura ambiente;
2. A ração não deve ser fornecida aos peixes quando apresentar alterações na coloração, odor, temperatura e textura, bem como presença de insetos ou excretas de roedores.

10. Bibliografia consultada

- ALLTECH do Brasil Agro-industrial Ltda. Combatendo a contaminação por micotoxina. **Micotoxina Mensalmente**, v. 5, n. 2, p. 1. 2001.
- BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. In: 2. Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal. **Anais...** Curitiba, PR: Alltech, 2005.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA. 2006. 301p.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A.; BARROS, M.M. Fitase em rações para tilápia-do-Nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1455-1461, 2007.
- CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 4, p. 221-234, 2005.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola meal nutrient composition**. Disponível em: <<http://www.canola-council.org/meal.html>>. Acesso em: 1 mai. 2008.
- CONEGLIAN, S.M.; LIMA, B.S.; SILVA, L.G.; LAZZARI, C.M.; SERRANO, R.D.C.; TONELLO, C.L. Utilização de antioxidantes nas rações. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 5, Ed. 152, Art. 1026, 2011.
- CUSTÓDIO, D.P.; BRANDSTETTER, E.V.; OLIVEIRA, I.P.; OLIVEIRA, L.C.; SANTOS, K.J.G.; MACHADO, O.F.; ARAUJO, A.A. Ração: alimento animal perecível. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v.1, n.2, p. 131-147, 2005.

- FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, p. 197-227, 2001.
- FREIRE, F.C.O.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F.; MENDES, F.N.P. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 110).
- GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURE, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 551-579, 2007.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish Nutrition**. 3.ed. San Diego, California, USA: Academic Press. 2002. 824p.
- HONÓRIO JÚNIOR, J.E.R.; SOARES, P.M.; MELO, C.L.; ARRUDA FILHO, A.C.V.; SENA FILHO, J.G.; BARBOSA FILHO, J.M.; SOUSA, F.C.F.; FONTELES, M.M.F.; LEAL, L.K.A.; QUEIROZ, M.G.R.; VASCONCÊLOS, S.M.M. Atividade farmacológica da monocrotalina isolada de plantas do gênero *Crotalaria*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 453-458, 2010.
- HOULIHAN, D.; BOUJARD, T.; JOBLING, M. **Food Intake in Fish**. Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Science. 2001. 418p.
- JAHAN, P.; WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Balancing protein ingredients in carp feeds to limit discharge of phosphorus and nitrogen into water bodies. **Fisheries Science**, v. 69, p. 226-233, 2003.
- KIRON, V. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. **Animal Feed Science Technology**, v. 173, p. 111-133, 2012.
- KUBITZA, F. Micotoxinas e seus efeitos sobre os peixes. **Panorama da Aquicultura**, v. 20, n. 121, p. 14-23, 2010.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Campo Grande, MS: [s.n.], 1998.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. 2.ed. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267p.
- MAGALHAES, C.A.; TANIGUCHI, S.; CASCAES, M.J.; MONTONE, R.C. PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides in crabs *Hepatus pudibundus* and *Callinectes danae* from Santos Bay, State of Sao Paulo, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 662-667, 2012.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SCHAMBER, C.R.; BOMBARDELLI, R.A. Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para a tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 1-6, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: National Academic Press, 1993. 102p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academic Press, 2011. 376p.

- OLVERA-NOVOA, M.A.; OLIVEIRA-CASTILLO, L.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulanger, 1896) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 223-229, 2002.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211p.
- PEREIRA-FILHO, M. Nutrição de peixes em cativeiro. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. cap. 6, p. 61-74.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 5, p. 75-169.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SALARO, A.L.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; VICENTINI, C.A. Desempenho e espermatogênese de alevinos de tilápia alimentados com farelo ou farinha de semente de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 449-457, 1999.
- SANTOS, P.L.; LEAH, M.L. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish — An overview **Aquaculture**, v. 267, p. 3-19, 2007.
- SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, v. 13, p. 3-9, 2000.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FARIA, A.C.E.A.; FURUYA, W.M. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1172-1177, 2001.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; FURUYA, W.M.; GALDIOLI, E.M. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 15-22, 2000.
- SOUZA, S.R.; HAYASHI, C. Avaliação do farelo de algodão na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Zootecnia Tropical**, v. 21, n. 4, p. 383-398, 2003.
- TAVECHIO, W.L.G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 335-341, 2009.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME [UNEP]. **Master list of actions: on the reduction and/or elimination of the releases of persistent organic pollutants**. 5. ed., Geneva: UNEP Chemicals., 2003, 441p.
- WEBSTER, C.D.; LIM, C.E. **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**. Wallingford, UK: CAB International, 2002, 418 p.

11. Bibliografia recomendada

- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2 ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2010. 608p.
- FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira e Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. 375 p.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish Nutrition**. 3. ed. San Diego, California, USA: Academic Press, 2002. 824p.
- HOULIHAN, D.; BOUJARD, T.; JOBLING, M. **Food intake in fish**. Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Science, 2001. 418p.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academic Press, 2011. 376p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: National Academic Press, 1993. 102p.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 5, p. 75-169.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, P.C.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- WEBSTER, C.D.; LIM, C.E. **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**. Wallingford, UK: CAB International, 2002, 418 p.