

# NUTRIÇÃO DE PEIXES DE ÁGUA DOCE: DEFINIÇÕES, PERSPECTIVAS E AVANÇOS CIENTÍFICOS.

**Felipe Wagner Bandeira Santos**

**DEP/CCA/UFC**

**Endereço para correspondência: SEAP-Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca  
Avenida dos Expedicionários 3220 - Benfica**

**Telefones para contato: 3455-9222; 3455-9223 (FAX); (85) 8725-4557; (85) 8865-4633**

**e-mail: [felipewagner00@hotmail.com](mailto:felipewagner00@hotmail.com) / [felipe.santos@seap.gov.br](mailto:felipe.santos@seap.gov.br)**

## **RESUMO**

A nutrição e alimentação de peixes de água doce têm alcançado hoje no mundo grandes avanços no que se diz a respeito de desempenho zootécnico dos organismos aquáticos como um todo. O conhecimento da quantidade de energia da ração (concentração energética) que, diferente da proteína, não é um nutriente, mas sim o produto da quebra de nutrientes como a gordura, do carboidrato e da própria proteína, tem tanta ou mais importância que o conhecimento do teor de proteína. De uma maneira geral, os peixes utilizam a energia da ração para manutenção do metabolismo, locomoção, reprodução e transformação da proteína oferecida na ração em carne, (crescimento em tecido muscular). Sob o enfoque da produção aquícola, entretanto, talvez a maior importância da energia seja o seu papel na regulação do consumo de ração pelos peixes. Salvo algumas exceções, os peixes e outros animais domésticos se alimentam até que suas necessidades sejam supridas.

O presente trabalho irá comentar algumas definições básicas sobre a nutrição, métodos de manejo alimentar e comentar alguns avanços científicos na aquíicultura continental. Avanços como a técnica de reversão sexual em tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), que melhoram o desempenho zootécnico dos mesmos, desenvolvimento do setor de produção de rações e fazer um breve levantamento acerca da formulação dos diferentes tipos de rações para os peixes de água doce, bem como a influência do alimento natural no cultivo dos organismos aquáticos.

Rações que apresentam muita energia em relação à proteína podem fazer com que os peixes, ao se saciarem, não tenham suprido suas necessidades em proteína ou outros nutrientes e, assim, não expressem o máximo potencial de ganho em massa muscular, podendo, ainda acumular gordura na carcaça. Por outro lado, quando a ração tem pouca

energia em relação à proteína, ao se saciarem, muita proteína é ingerida, não havendo na ração energia suficiente para transformá-la em tecido muscular. Neste último caso, parte da proteína em excesso será utilizada como energia, aumentando os custos da ração e fazendo com que o nitrogênio da sua composição seja excretado, aumentando a poluição do meio aquático.

Pela escassez de dados sobre coeficientes de digestibilidade fica difícil a formulação de rações para as espécies nativas, diferente do que acontece para as espécies exóticas como a truta, tilápia e o catfish, por exemplo. Esta dificuldade é ainda maior quando se conta com a contribuição de ingredientes alternativos, para os quais os valores de digestibilidade não são conhecidos nem para as espécies exóticas mais estudadas.

Diante deste “quadro clínico”, piscicultura brasileira se depara com duas distintas dificuldades. A primeira é com relação aos profissionais que formulam as rações, que não têm disponível os valores de digestibilidade da energia dos ingredientes utilizado em suas formulações, e assim, encontram dificuldade em balancear a energia. A segunda é com relação aos técnicos e produtores, que buscam saber se a ração oferecida aos peixes está com o balanceamento energético adequado, e assim terem a garantia do seu bom desempenho zootécnico.

## **CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A NUTRIÇÃO DE PEIXES**

Nas criações intensivas de diversos animais, inclusive peixes, os gastos com alimentação podem atingir até 50% dos custos de produção.

Nas criações semi-intensivas de peixes o alimento natural é complementado mediante o fornecimento de dietas suplementares (grãos, tortas, farelos e outros) aos peixes criados, vez que eles obtêm ótimos nutrientes, principalmente proteína e aminoácidos, dos animais e vegetais que ingerem no meio aquático (viveiro, por exemplo).

Nas criações intensivas e, principalmente, nas super-intensivas todos os nutrientes devem ser fornecidos pelas dietas ministradas aos peixes criados. Deste modo, os requerimentos nutricionais variam com o sistema de cultivo adotado.

A produtividade e rentabilidade do cultivo de peixes dependem da obtenção por eles de alimentos que satisfaçam seus requerimentos em nutrientes essenciais e sejam por eles aceitos em quantidades certas para assegurar-lhes crescimento ótimo.

Por isto é que nas criações intensivas e super-intensivas usam-se fórmulas alimentícias completas, vez que o alimento natural, quando presente, assume importância secundária, para as altas densidades de estocagem utilizadas. Portanto, nada é mais importante nas criações de

peixes em cativeiro do que boa dieta balanceada, combinada com adequado manejo alimentício. Se não houver consumo de alimento suficiente não haverá crescimento e, quase sempre, ocorrerá aumento na mortalidade dos peixes. Contudo, um manejo alimentício, por si só, dificilmente manterá os animais em boas condições de saúde e de produção, sendo que as formas mais tradicionais de criação requerem o conhecimento de genética, reprodução, controles de doenças e do meio ambiente.

Cada uma dessas áreas está intimamente ligada com as outras e somente através de manejo propício e controle de todos os aspectos do cultivo, os peixes podem ser criados com sucesso.

É verdade que as dietas podem influenciar negativamente no crescimento dos peixes cultivados, induzindo a deficiência em nutrientes, intoxicações ou facilitando a introdução de patógenos naqueles. Uma dieta bem balanceada não somente resulta numa alta produção como também fornece os nutrientes necessários à recuperação rápida de doenças ou ajuda o animal a vencer os efeitos do **stress** ambiental, tornando-se, assim, de importância fundamental as dietas bem balanceadas e controladas, para a produção desejada.

No que se refere à nutrição de peixes, esta ciência teve grande progresso a partir da década de 60, com o surgimento das grandes fazendas do **channel catfish**, **Ictalurus punctatus** Rafinesque, da carpa comum, **Cyprinus carpio** L., e da enguia, **Anguilla sp.**

No Nordeste brasileiro a nutrição de peixes praticamente teve início em 1970, quando o Departamento Nacional de Obras Contrar as Secas (DNOCS) começou programa de pesquisa visando: (a) levantamento quali-quantitativo de ingredientes para rações, produzidos na Região; (b) elaboração de rações balanceadas, peletizadas ou não; (c) testes com diversos ingredientes (tortas, farelos, grãos e outros produtos e subprodutos agrícolas e da agroindústria), usados como ração suplementar para peixes criados em tanques e viveiros, interessando conversão alimentar e crescimento, quase sempre; e (d) testes com rações balanceadas em cultivos de peixes em gaiolas, tanques e viveiros.

Saliente-se que pouco se conhece sobre as exigências dos peixes nacionais em nutrientes específicos. Os dados usados para elaboração de dietas balanceadas buscaram-se nos estudos elaborados para espécies exóticas, tais como o **channel catfish**; salmão, **Oncorhynchus sp.**, e carpas, todas cultivadas no Brasil.

## CONCEITO DE ALGUNS TERMOS IMPORTANTES PARA A NUTRIÇÃO DE PEIXES

Alimentos. - São substâncias que, quando ingeridas pelos peixes, apresentam propriedades nutritivas, ou melhor, podem ser transformadas e aproveitadas pelos mesmos, sustentando-lhes a saúde, a vida e a produção. Em outras palavras, o alimento é, portanto, qualquer produto natural (animal ou vegetal) ou artificialmente preparado que, quando usado convenientemente, possui valor nutritivo na dieta.

Nutriente ou princípio nutritivo. - É qualquer constituinte do alimento ou grupo de constituintes dos alimentos, da mesma composição geral, que contribui para manutenção da vida. Exemplos: proteínas, hidratos de carbono, gorduras e fibras.

Nutriente digestível. - É a porção de um nutriente que pode ser digerido e aproveitado pelo organismo do peixe.

Ração e refeição. - Chama-se ração à quantidade de alimento fornecido aos peixes durante um dia (24 horas), seja dada em uma ou mais vezes, isto é, em uma ou mais refeições.

Ração balanceada. - É uma mistura de alimentos capazes de satisfazer às necessidades diárias de um animal (peixe, por exemplo), englobando todos os nutrientes necessários, nas quantidades e proporções devidas. Na prática, porém, uma ração balanceada é preparada para um grupo de peixes com necessidades semelhantes.

Ração suplementar. - Como o próprio nome indica, constitui-se no alimento fornecido aos peixes como suplemento da alimentação natural, que se desenvolve na água dos tanques e viveiros. Constitui-se, geralmente, em subprodutos agrícolas (tortas, farelos e outros).

Alimentos básicos. - Formam, comumente, mais de 60% de uma ração balanceada, de modo que suas substituições são importantes para o balanceamento da mesma. Principalmente, em relação às necessidades energéticas, pois são fontes concentradas de energia. Os alimentos básicos possuem, de uma maneira geral, menos de 16% de proteína bruta e menos de 18% de fibras. Exemplo: grãos de cereais (milho, trigo, sorgo e cevada) e seus subprodutos (farelos e outros).

Suplementos. - Os alimentos deste tipo são fontes concentradas de proteína (s), de algum (ns) mineral (is) ou de alguma(s) vitamina(s), que compõem uma ração balanceada. Uma mistura protéica suplementar é uma combinação de alimentos com mais de 30% de proteína. Todavia, alimentos simples, com 20% ou mais de proteína, são considerados suplementos quando juntados a ração para equilibrá-la. O mesmo acontece com minerais e vitaminas. Exemplo de suplementos: farinhas de carne, peixe e sangue; tortas de algodão, soja, mamona, babaçu; além de outros.

Concentrados. - Na indústria e no comércio das rações, assim como na prática da alimentação, este termo é usado para indicar suplementos comercialmente preparados. Neste caso, sugere concentração de proteína(s), mineral (is) ou de vitamina(s) muito superior a encontrada nos alimentos básicos e nos suplementos. Exemplo: pintail, premix e vionate L, todos concentrados vitamínicos, que normalmente são adicionados às rações balanceadas.

Volumosos. - A característica principal destes alimentos se constitui no alto teor de fibras, fazendo com que não devam entrar nas rações para peixes ou devam participar em quantidades moderadas. Exemplo: raízes e tubérculos.

Valor nutritivo. - É dado pela soma dos nutrientes que compõem um alimento ou ração. Os nutrientes brutos são determinados pela análise química do alimento ou ração. Os digestíveis se constituem como dito antes, naqueles realmente aproveitáveis pelos animais.

Nutrientes digestíveis totais (NDT). - De um alimento ou ração, compreendem todos os alimentos digestíveis orgânicos, como proteínas, hidratos de carbono, fibras e gorduras, sendo estas multiplicadas por 2,25, já que fornecem 2,25 vezes mais energia do que os outros três nutrientes isolados. A fórmula para o cálculo do NDT é a seguinte:  $NDT = PD + HCD + FD + GD \times 2,25$ , em que: PD = proteínas digestíveis; HCD = hidratos de carbono digestíveis; FD = fibras digestíveis (sem importância para os peixes, que na sua grande maioria não as digerem) e GD = gorduras digestíveis.

## **PRINCIPAIS NUTRIENTES E NECESSIDADES NUTRITIVAS DOS PEIXES CULTIVADOS.**

Os animais requerem proteínas, aminoácidos, gorduras (lipídios), hidratos de carbono, fibras, vitaminas e minerais em suas dietas. Os tipos e quantidades de cada um desses nutrientes variam, não somente entre as espécies, mas dentro das espécies, com a idade, funções produtivas e condições ambientais. Por exemplo, o peixe jovem, em crescimento ativo, requer nível mais alto de proteína que um peixe adulto. Machos e fêmeas em maturação de gônadas requerem maiores níveis de nutrientes do que peixes em repouso gonadal. No entanto, essas necessidades não estão bem estabelecidas para a grande maioria das espécies cultivadas ou potencialmente importantes para a piscicultura.

## ENERGIA E EXIGÊNCIA DE CALORIAS

Os peixes necessitam de energia para crescimento, atividades físicas, processos digestivos, reprodução, regeneração dos tecidos e outros fins. A energia propicia capacidade de trabalho para todos os organismos animais. O processo biológico de sua utilização é definido como metabolismo. A taxa em que cada utilização de energia ocorre é chamada taxa metabólica. Esta nos peixes é influenciada pela espécie, temperatura, idade ou tamanho do corpo e parâmetros químicos da água, tais como oxigênio dissolvido ( $O_2D$ ),  $CO_2$ , pH, salinidade e outros.

A energia liberada pelo metabolismo dos alimentos assume as formas de **energia livre**, usada nos diferentes trabalhos orgânicos, e **energia calórica**, utilizada na termoregulação corporal. Os peixes, como seres pecilotermos, não utilizam esta última e, por isto, levam grande vantagem como transformadores de alimentos em proteínas de alto valor nutritivo.

Os peixes e outros animais aquáticos utilizam fontes de energia diversas, havendo diferença na utilização da mesma pelas distintas espécies. As de água fria aproveitam muito bem proteínas e lipídios como fontes de energia e pobremente os carboidratos. As de água quente utilizam carboidratos digestíveis relativamente bem.

Proteínas são boas fontes de energia, mas, usualmente, são mais caras do que os hidratos de carbono e as gorduras. Uma dieta balanceada de baixo custo deve conter suficientes quantidades de gorduras e hidratos de carbono, para reduzir ao mínimo o uso de proteínas como fonte de energia, ficando as mesmas como matéria prima para crescimento dos peixes.

Desse modo, as fontes de energia presentes nos alimentos são proteínas, gorduras, carboidratos e fibras. Estas últimas quase não são digeridas pelos peixes e por isto não têm maior importância. Os três primeiros devem estar balanceados nas dietas, para que o peixe possa encontrar nutrientes e energia necessários para o seu desenvolvimento.

Atualmente a formulação de dietas para animais tem sido feita visando às exigências energéticas. Para tanto, a relação energia/proteína, que é um dos itens de fundamental importância para a nutrição animal, para os peixes é o ponto que merece atenção prioritária, quando da determinação das exigências nutritivas de uma espécie que se pretende criar.

Estudos mostraram que peixes carnívoros parecem exigir maior relação energia/proteína e que os herbívoros podem se desenvolver em níveis energéticos mais baixos. A dada temperatura, as necessidades de energia de manutenção (diferença entre a energia absorvida e a depositada nos tecidos) são maiores em peixes adultos que nos jovens.

Se a temperatura varia, as necessidades de manutenção são proporcionais ao aumento daquela, como resultado da maior atividade dos indivíduos.

O incremento das necessidades energéticas, em decorrência do aumento da temperatura, faz com que o apetite dos peixes aumente proporcionalmente. Por exemplo, a **Tilapia rendalli** consome até 10% de seu peso vivo em alimentos, quando mantida em temperaturas entre 24 a 26°C, porém deixa de se alimentar quando aquela baixa para 13 a 15°C. Isto pode dever-se às atividades das enzimas digestivas, que variam diretamente com a temperatura da água onde se encontram os peixes.

De uma maneira geral, as exigências energéticas dos peixes dependem dos seguintes fatores:

Espécie. - Peixes migradores apresentam maiores exigências, pois, quase sempre, se encontram em constante movimento migratório, aumentando, por exemplo, o consumo de energia para locomoção. De uma maneira geral, espécies tropicais exigem mais energia do que as de clima temperado. A carpa comum, peixe cosmopolita, mas que se adapta melhor em regiões subtropicais ou mesmo tropicais, pelo temperamento preguiçoso, é de pequena demanda energética, devida a seu baixo índice metabólico.

Tamanho. - Peixes menores apresentam índice metabólico relativamente mais elevado. Como exemplo, carpa comum com 12g exige, em média, 25cal/g de peso vivo/dia, enquanto que com 600g a exigência se reduz a 8cal/g de peso vivo/dia.

Idade. - Como nos demais vertebrados, as exigências calóricas dos peixes se reduzem com a idade.

Atividade fisiológica. - No período de maturação gonadal e reprodução, são maiores as exigências de energia pelos peixes, em virtude da maior atividade metabólica do organismo nessa época.

Temperatura da água. - As espécies têm intervalo ótimo de temperatura para o pleno desenvolvimento de suas atividades metabólicas vitais. Quanto maior a distância, para mais ou menos, desse intervalo menor é a atividade metabólica do peixe e, como consequência, há redução em sua exigência calórica.

Tipo de alimento. - As dietas com teor protéico mais elevado requerem maior quantidade de energia para o catabolismo, dada a necessidade de eliminação de maior quantidade de resíduos nitrogenados, que se tornam nocivos ao organismo. Os peixes herbívoros geralmente apresentam menor índice metabólico, vez que os vegetais apresentam poucos resíduos nitrogenados tóxicos, daí a menor energia para sua eliminação.

Exposição à luz. - Pesquisas mostraram que os peixes em contínua exposição à luz apresentam menor crescimento, devido, possivelmente, à necessidade de repouso em ambiente escuro. No período de repouso é menor o consumo de energia para manutenção.

Fatores ambientais. - Em águas correntes, como rios, o aumento do fluxo de água exige maior atividade natatória contra a correnteza e, daí, maiores são as exigências energéticas.

Condições químicas da água. - As águas poluídas, geralmente tóxicas e com baixos teores de O<sub>2</sub>D, induzem, nos peixes, a aceleração do ritmo respiratório e daí maior necessidade de energia de manutenção.

Composição da dieta. - Dietas com teores mais elevados de fibra ou de proteína bruta apresentam maior exigência calórica para o catabolismo.

Determinações dos teores energéticos brutos dos nutrientes principais indicaram que 1g de proteína contém 4,4kcal de energia; 1g de gordura 9,9kcal; 1g de hidrato de carbono 4,4kcal e 1g de fibra 4,4kcal. Contudo, nenhum animal é capaz de digerir e assimilar 100% da energia que ingere nos alimentos. Parte dela é perdida nos alimentos não digeridos e que são eliminados nas fezes; outra porção (energia livre) é utilizada na manutenção (trabalhos orgânicos e recuperação dos tecidos); e, finalmente, a energia calórica (não utilizada pelos peixes) e que é dissipada para a água. O que sobra é a energia de crescimento e engorda, ou seja, a chamada **energia líquida disponível** ou **energia metabolizável**.

Vários estudos indicaram que as fibras não fornecem energia líquida disponível para os peixes; hidratos de carbono são relativamente difíceis de digestão por estes animais e fornecem apenas 1,6kcal/g; por sua vez as proteínas fornecem 3,8kcal/g e as gorduras 8,0kcal/g de energia líquida disponível. Para o **channel catfish** estudos indicam 3,5kcal/g de proteína; 8,1kcal/g de gordura e 2,5kcal/g de carboidrato, quando todos os ingredientes da dieta são considerados.

Nutricionistas de peixes recomendam teores de energia líquida disponível nas dietas variando de 1.870 a 3.300kcal/kg de dieta. Para rações secas (peletizadas ou não), destinadas aos peixes criados no Nordeste brasileiro, há recomendações em torno de 2.100kcal/kg.

## **PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS**

As proteínas são moléculas complexas, constituídas de aminoácidos, sendo que 20 deles compõem a maioria das proteínas. Estas são os mais importantes nutrientes para a vida, crescimento e produção dos peixes. São compostos essenciais que exercem papel central na estrutura e funcionamento de todos os organismos vivos, perfazendo em torno de 65 a 75% da



matéria seca. Exceto a água, as proteínas formam a maior porção do corpo dos peixes, variando, em média, de 15 a 20%. As gorduras podem aparecer em quantidades moderadas ou pequenas. Hidratos de carbono e fibras estão praticamente ausentes nos peixes.

O teor protéico na carne do peixe varia de espécie para espécie. Nos indivíduos da mesma espécie, com a idade, disponibilidade de alimentos e dispêndio de energia. Este relacionado com a estação do ano e/ou período da reprodução.

Estudos feitos no Nordeste brasileiro mostraram que os teores protéicos na carne dos peixes dos açudes regionais variaram de 16,0%, para o mandi, **Pimelodus clarias**, a 21,1%, para o tucunaré comum, **Cichla ocellaris**.

Os peixes formam suas gorduras a partir de outras gorduras, de carboidratos ou de proteínas ocorrentes nos alimentos. Ao contrário, as proteínas só podem ser formadas a partir de aminoácidos, obtidos pela quebra de proteínas ingeridas por aqueles animais. Por isto, eles devem consumir estes nutrientes para o suprimento contínuo de aminoácidos.

Após a ingestão, as proteínas são digeridas ou hidrolisadas para liberarem aminoácidos livres, que são absorvidos através da parede do tubo digestivo e distribuídos pelo sangue para vários órgãos, onde são usados para sintetizar novas proteínas, destinadas ao crescimento, reprodução e reparação de tecidos. Se o peixe não estiver ingerindo quantidade suficiente de proteína, ocorrerá rápida redução e paralisação do crescimento ou perda de peso, porque o animal a retirará do próprio corpo para manter as funções vitais.

Os peixes, principalmente carnívoros, parecem viver e crescer melhor quando consomem dietas com altos teores protéicos, até 35% da matéria seca. Espécies herbívoras prosperam com baixos níveis relativos deste nutriente, até 20% ou menos da matéria seca.

A maioria das dietas para peixes contém 24 a 49% de proteína bruta, mais freqüentemente, 25 a 35%.

Há recomendações de 28% de proteínas, com mínimo de 22% e máximo de 35%, para dietas (peletizadas ou granuladas) destinadas à piscicultura intensiva no Nordeste brasileiro. Os teores recomendados para os principais aminoácidos são vistos na tabela 1.

**Tabela 1.- Recomendações para os teores de aminoácidos em dietas secas, destinadas a peixes criados no Nordeste do Brasil.**

Aminoácidos	Porcentagem da dieta seca	
	Mínima	Preferível
Argenina	1,5	2,0
Histidina	0,4	0,6
Isoleucina	0,7	1,5
Leucina	1,7	2,5
Lisina	1,4	2,0
Metionina	0,5	0,8
Fenilalanina	1,1	1,5
Treonina	0,6	1,0
Triptofano	0,3	0,4
Valina	0,5	1,5

Segundo PAIVA et al. (1971).

A tabela 2 mostra as exigências em aminoácidos por alguns dos principais peixes cultivados. Nota-se que elas são maiores para alguns aminoácidos, tais como arginina, leucina, lisina, fenilalanina, metionina e valina. Também os dados sugerem que existem diferenças acentuadas nos níveis de exigências de determinados aminoácidos pelas diferentes espécies. Isto induz a dificuldades na formulação dos componentes protéicos de dietas para uso em escala industrial para peixes, cujas exigências naqueles ainda não são conhecidas. Uma solução possível é o uso de dietas contendo os níveis mais altos de aminoácidos exigidos para espécies cujos dados são conhecidos.

**Tabela 2.- Exigência de aminoácidos por alguns dos principais peixes cultivados**

Aminoácidos	Porcentagem da ração seca				
	Truta	Catfish	Salmão <sup>1</sup>	Enguia <sup>2</sup>	Carpa comum
Argenina	2,50	1,88	2,40	1,70	1,65
Histidina	0,70	0,53	0,70	0,80	-
Isoleucina	1,00	0,75	0,90	1,50	1,00
Leucina	1,50	1,13	1,60	1,70	1,50
Lisina	2,10	1,58	2,00	2,00	-
Metionina	1,15	0,86	1,60*	2,10**	1,20*
Fenilalanina	2,00	1,50	2,10	-	-
Treonina	0,80	0,60	0,90	1,50	-
Triptofano	0,20	0,15	0,20	0,40	-
Valina	1,50	1,15	1,30	1,50	-

1/ Chinook, *Onchorrinchus nerka*; 2/ Japonesa, *Anguilla japonica*.

\* Na ausência de cistina.

\*\* Metionina+cistina, na ausência de tirosina.

Segundo COWEY (1979).

Os peixes formam alguns aminoácidos pela modificação e reestruturação de outros. Entretanto, existem alguns que aqueles animais não são capazes de sintetizar por este processo. Daí ser necessário que os aminoácidos mais complexos, ditos essenciais, estejam presentes nas dietas.

Vários estudos indicam 10 aminoácidos essenciais para truta, **catfish** e, provavelmente, para a maioria dos peixes, que são: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os não essenciais são: alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, cistina, glicina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina.

Pode-se formular uma dieta com as quantidades recomendadas de cada aminoácido, mediante a combinação de vários ingredientes (alimentos) nela usados. No entanto, freqüentemente é necessária a adição de pequenas quantidades de aminoácidos puros, alguns dos quais são adquiridos a preços razoáveis. Várias dietas para o **catfish**, truta e outros peixes,

incluem suplementos de metionina e lisina, que são os que mais freqüentemente aparecem em baixas quantidades nos ingredientes comuns nas rações.

## **GORDURAS (LIPÍDIOS)**

Os lipídios são importantes fontes de energia e os ácidos graxos são essenciais ao crescimento normal e sobrevivência dos peixes. Eles fornecem o veículo para a absorção de vitaminas lipossolúveis e outros compostos, como os esteróis. Os fosfolipídios e ésteres de esteroide exercem papel importante na estrutura das membranas celulares e estão também envolvidos em muitos outros aspectos do metabolismo, como nos de muitos hormônios e esteroide. As longas cadeias de ácidos graxos poliinsaturados são precursoras de prostaglandinas em peixes.

Os ácidos graxos presentes no corpo dos peixes caracterizam-se por conterem numerosas ligações duplas, não saturadas, em sua estrutura.

As quantidades mínimas e os tipos de gorduras, necessários ao crescimento mais eficiente dos peixes, ainda não são bem conhecidos. As recomendações de vários pesquisadores em nutrição destes animais variam de 4 a 10% da dieta.

Os lipídios são fontes de energia de aproveitamento imediato pelos peixes. Estudos indicam que estes animais podem utilizar 20 a 30% dos ingredientes da dieta na forma de gorduras, desde que provida de teores adequados de colina, metionina e tocoferol.

Estudos feitos no Nordeste brasileiro, mostraram que os teores médios de gordura em 12 espécies de peixes, presentes nos açudes regionais, variaram de 1,1%, para o tucunaré comum, a 24,6%, para o mandi.

Na formulação de dietas para novas espécies de peixes, para os quais não se têm resultados de pesquisas, é melhor utilizar teores moderados de gorduras, no caso 6 a 8%, e que, se possível, parte delas seja constituída de óleo de peixe.

No organismo dos peixes as gorduras podem ser formadas a partir de proteínas e de hidratos de carbono, mas são mais eficientemente obtidas a partir de outros lipídios. Isto sugere que os peixes sejam capazes de fazer melhor uso de óleo de peixe do que do óleo vegetal, presentes nas dietas. Alguns experimentos com o **catfish** mostraram que isto é verdadeiro.

Como dito antes, os lipídios são boas fontes de energia para os peixes, pois têm 2,25 vezes mais energia do que os hidratos de carbono. Isto foi demonstrado em estudos feitos para truta, salmão e **catfish**. Na natureza a quantidade de gordura na alimentação dos peixes varia de 2 a 20%.

Os ácidos graxos da família linolênica são essenciais para a truta arco-íris, **Oncorhynchus mykiss**, o que não acontece com a séria linoléica. O mesmo parece ser verdadeiro para salmão e **catfish**. Alguns estudos têm indicado deficiências de ácido graxo no salmão **chinook**, alimentado com dietas carentes deste nutriente. Aquelas se manifestaram por intensa despigmentação. Outros estudos indicam que alevinos de carpa comum exigem 1,5% de ácido linolênico na dieta. Também que o **catfish** pode utilizar até 10% de gordura vegetal na dieta.

## HIDRATO DE CARBONO

O corpo do peixe quase não contém carboidratos. Portanto, estes animais não os utilizam para crescimento, servindo aqueles como fonte de energia, basicamente. Leve-se em conta que os hidratos de carbono são considerados a forma mais barata de energia nas dietas para os animais domésticos. Poucas informações existem a cerca de sua digestão e metabolismo. Por isto, eles se constituem no grupo de nutrientes mais controvertidos na alimentação dos peixes, sendo que estes não apresentam sintomas de deficiência, quando aqueles estão ausentes na dieta, podendo-se afirmar que os requerimentos e necessidades são nulos.

No organismo dos peixes os açúcares podem ser derivados de aminoácidos e gorduras, especialmente em condições de pouca disponibilidade de carboidratos na dieta. Por outro lado, no caso de excesso deles no organismo dos peixes, pode haver acúmulo no fígado ou mesmo no tecido muscular, sendo que uma parte se transforma em gordura.

## FIBRAS

Material fibroso, difícil de ser digerido pelos peixes, ocorre em quase todos os ingredientes básicos usados como alimentos para peixes. O corpo destes animais praticamente não tem fibras, então elas numa dieta servem, principalmente, como volume e, talvez em alguns casos, como fonte de energia. Em rações peletizadas servem como material aglutinante.

Na formulação de dietas para peixes alguns nutricionistas insistem que o teor de fibras deve ser menor do que 10%, enquanto que outros recomendam até 20%.

## VITAMINAS

São compostos orgânicos requeridos em quantidades bem pequenas, atuando como enzimas ou co-enzimas nos processos metabólicos, na maioria das formas de vida. Alguns organismos são incapazes de sintetizar as vitaminas.

Em cultivos extensivos e semi-intensivos, com baixas densidades de estocagem, o alimento natural está sempre em abundância e assim suficiente para suprir as vitaminas essenciais. Em cultivos com altas densidades de estocagem, como gaiolas e **race-way**, o alimento natural está limitado e desta forma as vitaminas devem ser suplementadas na dieta, para proporcionarem crescimento normal.

Pesquisas mostraram que diversas vitaminas são necessárias à saúde, vida e crescimento dos peixes. Algumas são essenciais para determinadas espécies mas não para outras.

Níveis ótimos de vitaminas para os peixes são conhecidos apenas aproximadamente e, portanto, nutricionistas as vezes recomendam mais do que podem ser, realmente, exigidos. Os requerimentos deste nutriente pelos peixes são afetados pelo tamanho, idade, velocidade de crescimento, estágio de maturação gonadal, fatores ambientais e inter-relacionamento entre nutrientes. Os efeitos destas variáveis não têm sido adequadamente avaliados.

Os tipos de vitaminas e suas quantidades requeridas pelos peixes de água quente têm sido determinados em laboratório, através do fornecimento de dietas purificadas, deficientes em uma vitamina específica. Este é o método de tentativas, graças ao qual foram determinadas as exigências de vitaminas, em termos de mg/kg da dieta seca, para diversas espécies. Determinou-se que a **tiamina** pode ser particularmente importante para certos peixes que se alimentam de dietas ricas em carboidratos, como a carpa capim, **Ctenopharingodon idella**, tainhas, **Mugil sp.**, e outros, que se nutrem de fitoplâncton e vegetais. A **piridoxina** está relacionada ao nível protéico da dieta e, por isto, esta é a vitamina mais limitante nos alimentos de espécies carnívoras.

A maioria das vitaminas requeridas pelos peixes ocorre em quantidade suficiente nos ingredientes usados na formulação de dietas balanceadas. Contudo, algumas matérias primas são deficientes em determinadas vitaminas essenciais, principalmente a **A**, a **riboflavina (B2)**, a **niacina (ácido nicotínico)** e o **ácido pantotênico**.

Cuidados especiais devem ser tomados para se incluir ingredientes ricos naquelas ou fornecê-las na forma de concentrados.

Existem evidências de que algumas espécies de peixes não podem usar beta-caroteno como fonte de vitamina A. Como aquele é a forma desta nos vegetais, pode ser aconselhável

usar-se um óleo de peixe rico na mesma ou adicioná-la pura, em veículo alcoólico, acetato ou palmitato.

As vitaminas A e D contribuem para a formação do corpo, pois a primeira é necessária à síntese das proteínas e a segunda ao desenvolvimento dos ossos. A vitamina A assegura o crescimento normal, assim como a saúde e integridade do tecido epitelial. Finalmente, a D desempenha importante papel no metabolismo do cálcio e do fósforo. O caroteno e a vitamina A podem ser armazenados no fígado dos animais.

Os principais componentes do grupo das vitaminas D, que incluem diversos biocatalizadores, são a D2 ou calciferol e a D3 ou delsterol. A primeira ocorre em vegetais e na levedura irradiada e a segunda no óleo de fígado de peixe.

Na formulação de dietas balanceadas para peixes deve-se incluir quantidades adequadas de cada uma das vitaminas que se sabe serem úteis para estes animais.

Na indústria e comércio de rações utilizam-se diversos concentrados vitamínicos, tais como **premix, pintail e vionate L**.

A literatura registra os seguintes sintomas de carências vitamínicas em peixes:

<b>Vitaminas</b>	<b>Sintomas de carência</b>
Colina	- Anemia; baixa conversão alimentar; crescimento retardado; edema no estômago e cólon; ectases vasculares; hemorragias nos rins e intestinos.
Tiamina	- Anemia; anorexia; ataxia (terminal); convulsões (quando moribundo); opacidade da córnea; degeneração vestibular do núcleo das células nervosas, fígado gorduroso; hemorragia da medula mediana; perda de equilíbrio; melanose nos peixes mais velhos; atrofia muscular; paralisia das nadadeiras dorsal e peitoral; movimentação sinuosa; degeneração vascular e fraqueza.
Riboflavina	- Anorexia; córnea opaca; pele escura; visão obscura; íris descolorida; hemorragia nos olhos, narinas ou opérculos; descoordenação motora; catarata; mortalidade; fotofobia e xeroftalmia.
Piridoxina	- Anorexia; barriga d'água (ascite) ; ataxia; convulsões; opérculos retorcidos; hiper-irritabilidade; indiferença à luz; anemia microcítica e hipocrômica; respiração rápida e descoordenada; rápida instalação do

**rigor mortis;** espasmos ; perda de peso; desordens nervosas e aumento da mortalidade.

Ácido fólico - Anemia; anorexia; coloração escura; exoftalmia; fragilidade da nadadeira caudal; letargia; anemia macrocítica; brânquias pálidas e crescimento retardado.

Ácido pantotê-  
co - Anorexia; brânquias retorcidas; opérculos brilhantes; exudação das brânquias; aparência geral mumificada; letargia; necrose das mandíbulas, barbilhões e nadadeiras; prostração e crescimento reduzido.

Inositol - Anemia; estômago inchado; anorexia; crescimento retardado lesões na pele.

Biotina - Anemia; anorexia; doença da mucosa azulada; lesões no cólon; nadadeira contrátil; coloração escura; fragmentação dos eritrócitos; mortalidade; atrofia muscular; crescimento retardado e convulsões.

Ácido nicotí-  
co (niacina) - Anemia; anorexia (inapetência); lesões no cólon; edema no estômago e cólon; descoordenação motora; espasmos musculares; letargia; fotofobia; brânquias dilatadas; tetania; hemorragia da pele e alta mortalidade.

Ácido P-amino-  
Benzóico - Nenhuma alteração importante no crescimento, apetite ou índice de sobrevivência.

Cabalamina

(vitamina B12) - Anorexia; hemoglobina errática e fragmentação dos eritrócitos.

Ácido ascórbico - Anorexia; produção desordenada de tecido colágeno; cicatrização prolongada; lordose com deslocamento de vértebras; hemorragia no olho; escoliose com hemorragia em casos severos; cartilagens hialinas e retorcidas nos filamentos branquiais e nas camadas escleróticas dos olhos.

Vitamina A - Ascite (barriga d'água); edema; exoftalmia e rins hemorrágicos.

Vitamina D - Conversão alimentar reduzida.



Vitamina E

(tocoferol) - Anemia; ascite; serosidade no fígado, baço e rins; brônquias retorcidas; epicardite; exoftalmia; anemia microcítica; edema no pericárdio; baixo crescimento e fragilidade dos eritrócitos.

Vitamina K - Anemia e tempo de coagulação do sangue prolongado.

---

**Tabela 3.- Recomendações de vitaminas em dietas balanceadas destinadas a peixes criados intensivamente no Nordeste do Brasil.**

Vitaminas	Unidade	Quantidade/kg de ração seca
Pró-vitamina A (beta-caroteno)	UI	5.000 a 20.000
Vitamina A pura	UI	1.000 a 2.000
Riboflavina	mg	7 a 10
Tiamina	mg	2 a 3
Ácido pantotênico	mg	25 a 30
Niacina	mg	75 a 150
B12	mg	0,02 a 0,03
Colina	mg	1.500 a 2.000
Ácido fólico	mg	0,7 a 1,0
Piridoxina	mg	2 a 3
Biotina	mg	0,1 a 0,3

---

Segundo PAIVA et al. (1971).

### MINERAIS

Minerais são utilizados pelos peixes para formação de tecidos e vários processos metabólicos. Elementos inorgânicos são utilizados para manter o balanço osmótico entre os fluidos do corpo e a água.

Excetuando cálcio e fósforo, as necessidades de minerais pelos peixes não são bem conhecidas, embora se saiba que, como noutros animais, eles necessitam pelo menos de traços de vários elementos. Aqueles devem estar presentes em quantidades suficientes para formação dos ossos.

Alguns minerais são ativadores de enzimas e componentes de sistemas metabólicos estruturais. Exigências deles têm sido estudadas para algumas espécies de peixes, em condições cuidadosamente controladas.

O cálcio pode ser retirado do meio aquático pelo tecido branquial dos salmonídeos. Pode também ser absorvido através do intestino, quando teores adequados de vitamina D3 estão presentes na dieta. O fósforo é absorvido pelos tecidos intestinais. Estudos sobre o balanço cálcio/fósforo demonstraram que muitas dietas não contêm teores suficientes de fosfatos, em virtude da indisponibilidade deles em vários subprodutos da agricultura, usados nas rações.

O balanço sódio/potássio é especialmente importante para peixes marinhos ou para aqueles que estão passando por alterações fisiológicas na migração dos rios para os mares. A variação aceitável é de 1:2 a 2:1. Estes minerais precisam também ser balanceados nas dietas para peixes de água doce. Os teores devem variar de 1 a 3g de sódio e 1 a 3g de potássio por kg da dieta. Níveis mais elevados de qualquer um destes elementos provoca desorganização metabólica e baixo índice de crescimento.

Em relação ao balanço cálcio/fósforo, as dietas devem conter 3 a 5g de cada um destes minerais por kg.

O magnésio é essencial para o metabolismo, sendo importante para o catabolismo dos carboidratos. As exigências oscilam entre 300 a 500mg/kg da dieta.

Deficiência de elementos traços foi verificada em trutas alimentadas com dietas deficientes em iodo. Verificou-se proliferação aguda de tecido tiroideano, reação de compensação e os peixes desenvolveram o típico bócio. Estágios intermediários de proliferação de hipertireoidismo podem ser reduzidos administrando-se quantidades adequadas de iodo no alimento. As exigências variam de 100 a 300 micro-gramas por kg da dieta.

O cobalto parece estar presente na forma de compostos orgânicos ligados a vitamina B12 e, conseqüentemente, pequenas quantidades deste elemento devem ser incluídas na dieta de peixes.

Ferro, zinco, cobre, manganês e outros minerais-traços são também requeridos para ativar diversos sistemas enzimáticos em peixes em crescimento acentuado. Como resultado,

tais elementos são suplementados normalmente na maioria das dietas, embora as quantidades requeridas deles ainda não tenham sido catalogadas.

Estudos indicam que os minerais essenciais ao crescimento da maioria dos animais e, provavelmente, dos peixes, são os seguintes, com respectivas funções orgânicas:

Cálcio.- Formação dos ossos, coagulação do sangue, contração muscular e sistema enzimático.

Fósforo.- Formação dos ossos, participação no ATP, nos fluidos tampões do corpo e no ácido nucléico.

Enxofre.- Presente nos aminoácidos.

Potássio.- Balanço iônico nos fluidos do corpo e presença nas paredes internas das células.

Sódio.- Balanço iônico nos fluidos do corpo e presença nas paredes externas das células.

Cloro.- Balanço iônico nos fluidos do corpo e presença nas paredes internas e externas das células.

Magnésio.- Formação dos ossos e sistema enzimático.

Ferro.- Constituição da hemoglobina.

Manganês.- Sistema enzimático e arginase (enzima que decompõe a arginina, encontrado no fígado).

Cobre.- Sistema enzimático e presença em pigmentos que transportam o oxigênio no **shellfish**.

Flúor.- Presente nos dentes e ossos.

Iodo.- Presente na tiroxina.

Zinco.- Presente na insulina.

Selênio.- Ação no metabolismo antioxidante.

Cobalto.- Presente na vitamina B12.

Molibdênio.- Enzima na formação da hemoglobina.

## **FONTE DOS PRINCIPAIS NUTRIENTES**

Os ingredientes usados na alimentação de peixes são compostos, basicamente, de grãos e seus subprodutos (farelos, xerém, cuim e outros), tortas e farelos de oleaginosas, farinhas e farelos de tubérculos (mandioca, **Manihot sp**, por exemplo), resíduos de cervejaria, feno (principalmente de leguminosas) triturados, frutos diversos e os produtos de origem animal (farinhas de peixe, osso, carne e osso, carne e sangue).

A composição aproximada dos ingredientes usados nas rações para peixes deve ser conhecida, porque suas qualidades químicas e nutritivas são importantes para a eficiência das mesmas.

A tabela 4 mostra a composição (percentual) em proteína, gordura, hidrato de carbono e fibra de 16 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil, para dietas suplementares e balanceadas, destinadas a peixes. Nota-se que os produtos de origem animal (farinhas de peixe, carne, carne e osso e sangue), com exceção da farinha de osso, são ricos em proteínas, têm teores moderados de gorduras, com exceção da farinha de carne (com alto teor de lipídios), baixos teores de fibras e praticamente sem hidratos de carbono.

Alguns alimentos de origem vegetal, tais como tortas de amendoim, soja, mamona, algodão e babaçu (todas oleaginosas) têm altos teores de proteínas. O mesmo acontece com o vegetal mucuna preta. Os demais produtos vegetais têm baixos teores protéicos. Também são baixos a moderados os teores de lipídios nos produtos de origem vegetal. Os teores de fibras neles são moderados a altos, com exceção do trigo prensado, do xerém de milho, do resíduo de cervejaria e da torta de soja, com baixos teores de fibras. No que se refere aos carboidratos, eles se apresentam em altas percentagens nos produtos de origem vegetal, quase sempre (tabela 4).

Vêm-se, na tabela 5, os teores de umidade e cinza, energia líquida disponível e relação energia/proteína de 16 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil, para dietas suplementares e balanceadas, destinadas a peixes. Produtos de origem animal são ricos em cinzas, portanto, em minerais, ficando a farinha de osso com valor máximo (75,4%), seguida da farinha de carne e osso (28,4%) e da farinha de peixe (26,6%). Dos alimentos de origem vegetal o maior teor de cinza fica com a torta de mamona (8,6%).

Mostra, ainda, a tabela 5 que a energia líquida disponível para peixes, nos alimentos analisados, varia de 440kcal/kg (resíduos de cervejaria) a 3.880kcal/kg (farinha de carne). Este parâmetro normalmente é mais elevado nos produtos de origem animal. Fazem exceção a farinha de osso, com baixo teor, e a mucuna preta, com elevado teor. No que se refere à relação energia/proteína, ela é alta em alguns produtos vegetais (xerém de milho, torta de tucum, trigo prensado e farelo de trigo). Nos demais alimentos ela varia de 3,9kcal/g a 8,1kcal/g, farinha de sangue e resíduo de cervejaria, respectivamente.

**Tabela 4.- Teores de proteínas, gorduras, hidratos de carbono e fibras, de 16 alimentos disponíveis para dietas, no Nordeste brasileiro. Amostras coletadas na praça de Fortaleza, Ceará.**

Alimentos	Teores brutos dos nutrientes (%)			
	Proteínas	Gorduras	Hidrato de C	Fibras
Farinha de peixe	44,8	7,4	0,0	1,5
Farinha de osso	12,5	4,5	0,0	2,0
Farinha de carne e osso	51,5	7,6	0,0	2,4
Farinha de carne	65,4	16,6	0,0	2,2
Farinha de sangue	72,3	0,4	0,7	0,3
Torta de amendoim	52,0	2,3	23,5	8,0
Torta (farelo) de soja	49,9	1,8	27,2	4,0
Torta de babaçu	24,5	1,7	47,8	14,2
Torta de tucum	10,7	2,3	62,9	10,0
Farelo de trigo	15,8	2,6	49,6	8,0
Xerém de milho	10,5	3,5	64,1	1,7
Trigo prensado	13,9	1,9	70,1	2,0
Torta de mamona	40,0	2,1	13,0	17,0
Mucuna preta	30,5	4,9	43,3	7,6
Torta de algodão	28,3	1,3	37,3	18,0
Resíduos de cervejaria	5,5	1,6	6,6	3,5

Obs.: Amendoim, *Arachis hypogaea* L.; soja, *Glycine hispida* Maxim.; babaçu, *Orbignya Martiana* B. Rodr.; tucum, *Pyrenoglyphis maraja* Burret; trigo, *Triticum vulgare* Vill.; milho, *Zea mays* L.; mamona, *Ricinus communis* L.; mucuna preta, *Stizolobium doeringianum* Bort.; algodão, *Gossypium sp.* FONTE: PAIVA et al (1971).

**Tabela 5.- Teores de umidade e cinza, energia líquida disponível e relação energia/proteína, referentes a 16 alimentos disponíveis para dietas destinadas a peixes, no Nordeste do Brasil.**

Alimentos	Umidade(%)	Cinza(%)	ELD* (kcal/kg)	Energia/ proteína (kcal/g)
Farinha de peixe	19,7	26,6	2.300	5,1
Farinha de osso	6,7	75,4	840	6,7
Farinha de carne e osso	10,5	28,4	2.560	5,0
Farinha de carne	11,5	9,6	3.880	5,9
Farinha de sangue	19,0	7,5	2.785	3,9
Torta de amendoim	9,7	4,4	2.550	4,9
Torta de soja	11,6	5,5	2.480	5,0
Torta de babaçu	6,4	5,4	1.830	7,5
Torta de tucum	10,1	4,0	1.600	15,0
Farelo de trigo	19,5	4,5	1.600	10,0
Xerém de milho	12,5	1,7	1.710	16,3
Trigo prensado	10,3	1,8	1.810	13,0
Torta de mamona	8,2	8,6	1.850	4,7
Mucuna preta	10,4	3,7	2.230	7,4
Torta de algodão	9,7	5,1	1.805	6,6
Resíduo de cervejaria	83,3	0,6	440	8,1

Energia líquida disponível. Determinada levando-se em conta que as proteínas fornecem 3,8kcal/g, as gorduras 8,0kcal/g, os hidratos de carbono 1,6kcal/g e as fibras 0,0kcal/g.

FONTE: PAIVA et al. (1971).

As tabelas 6 e 7 mostram a composição percentual em aminoácidos essenciais de 13 alimentos, disponíveis em nossa Região, para uso em dietas suplementares e balanceadas para peixes. Vê-se que existem variações de um mesmo aminoácido, nos diversos produtos, bem como para os diversos aminoácidos num dado alimento.

Vê-se, nas tabelas 8 e 9, a composição em vitaminas de 12 alimentos, notando-se variações para as diversas vitaminas, entre os produtos analisados e dentro de um mesmo alimento.

**Tabela 6.- Composição em aminoácidos essenciais de 13 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil, usados em dietas para peixes.**

Alimentos	Composição em aminoácidos (%)					
	Arginina	Cistina	Histidina	Leucina	Lisina	Valina
Farinha de peixe	4,0	1,5	2,0	6,0	6,0	4,0
Farinha de carne	4,0	0,6	1,5	4,0	4,0	4,0
Farinha de carne/osso	4,0	0,6	1,0	3,0	3,0	3,0
Farinha de osso	1,0	-	0,2	0,6	1,0	0,6
Farinha de sangue	3,0	1,5	4,0	10,0	7,0	6,0
Torta de amendoim	6,0	0,6	1,0	3,0	2,0	2,0
Farelo de soja	3,0	0,6	1,0	4,0	3,0	2,0
Torta de mamona	5,0	0,8	0,9	2,5	1,0	2,0
Torta de algodão	4,0	0,8	1,0	2,5	1,5	2,0
Torta de babaçu	3,0	-	0,4	1,0	1,0	1,0
Farelo de trigo	1,0	0,3	0,3	0,8	-	0,6
Xerém de milho	0,4	0,1	0,2	1,0	-	0,4
Polpa de cervejaria	1,3	-	0,5	2,0	-	1,5

Segundo PAIVA et al. (1971).

**Tabela 7.- Composição em aminoácidos essenciais de 13 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil, usados em dietas para peixes, segundo PAIVA et al. (1971).**

Alimentos	Composição em aminoácidos (%)				
	Isoleucina	Metionina	Fenil Treonina	Triptofano	alanina
Farinha de peixe	4,0	2,0	2,5	2,5	0,7
Farinha de carne	2,0	0,8	2,0	2,0	0,4
Farinha de carne/osso	1,5	0,7	2,0	2,0	0,3
Farinha de osso	0,5	0,2	0,5	0,5	-
Farinha de sangue	1,0	0,9	6,0	3,5	1,0
Torta de amendoim	2,0	0,4	2,5	1,5	0,5
Farelo de soja	3,0	0,7	2,0	2,0	0,6
Torta de mamona	2,0	0,6	1,5	1,5	0,3
Torta de algodão	1,5	0,6	2,0	1,0	0,5
Torta de babaçu	1,0	0,3	1,0	0,6	0,2
Farelo de trigo	0,5	0,1	0,5	0,4	0,3
Xerém de milho	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1
Polpa de cervejaria	1,5	0,4	1,0	1,0	0,4



**Tabela 8.- Composição vitamínica de 12 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil para dietas destinadas a peixes.**

Alimentos	V i t a m i n a s				
	A (beta-caroteno) (UI/kg)	Riboflavina (mg/kg)	Tiamina (mg/kg)	Ac. pant. <sup>1</sup> (mg/kg)	Niacina (mg/kg)
Farinha de peixe	-	7	1	10	70
Farinha de carne	-	5	0,5	5	50
Farinha de carne e osso	-	5	1	4	50
Farinha de osso	-	0,5	0,2	0,5	5
Farinha de sangue	-	1,5	0,3	1	30
Torta de amendoim	100	10	6	50	160
Farelo de soja	300	3	5	14	25
Torta de algodão	300	5	6	14	40
Torta de babaçu	-	-	-	3	7
Farelo de trigo	4.000	3	8	30	-
Xerém de milho	3.500	1	4	5	-
Polpa de cervejaria	-	1,5	0,7	8	-

1.

Ácido pantotênico.

Segundo PAIVA et al. (1971).

**Tabela 9.- Composição vitamínica de 10 alimentos disponíveis no Nordeste do Brasil para dietas destinadas a peixes.**

Alimentos	V i t a m i n a s				
	B12 (mg/kg)	Ácido fólico (mg/kg)	Piridoxina (mg/kg)	Colina (mg/kg)	Biotina (mg/kg)
Farinha de peixe	0,2	2	7	3.500	0,15
Farinha de carne	0,05	1	4	2.000	0,1
Farinha de carne e osso	0,05	1	4	2.000	0,1
Farinha de sangue	0,04	0,1	4	700	0,1
Torta de amendoim	-	0,6	0,5	2.000	0,3
Torta de soja	-	6	5	2.500	0,3
Torta de algodão	-	2	5	2.700	1
Farelo de trigo	-	2	20	1.000	0,1
Xerém de milho	-	0,3	6	500	0,06
Polpa de cervejaria	-	-	0,6	1.500	1

Segundo PAIVA et al. (1971).

## TIPOS DE DIETAS

Boas dietas não podem ser produzidas sem alimentos (ingredientes) de qualidade, boas técnicas de processamento e estocagem e apropriado manejo alimentar. Os aqüicultores devem estar conscientes e informados de todos os aspectos da qualidade das dietas, porque esta tem grande influência nos custos de produção do pescado. Estudos indicam que uma dieta peletizada produziu 50% mais **catfish** do que uma dieta farelada.

A dieta pode ser suplementar ou balanceada.

**Dieta suplementar.-** Como o próprio nome diz, constitui-se nos alimentos fornecidos aos peixes como suplemento do alimento natural, que se desenvolve na água dos tanques e viveiros. Constitui-se, quase sempre, em grãos (milho, trigo, sorgo, cevada e outros) e subprodutos deles (farelos, xerém, quirera, cuim e outros); tortas de oleaginosas (soja, mamona, babaçu, algodão, tucum, amendoim e outras); diversos frutos, que não se prestam para o consumo humano; vegetais (cunhã, **Clitoria ternatae**; pirrichiu, **Hidrotrix gardneri**;

gramíneas diversas) e farinhas (peixe, carne, sangue e outras). Estes alimentos podem ser ofertados isoladamente ou em misturas. Saliente-se que, às vezes, as dietas suplementares apresentam elevado teor protéico, em alguns casos mais de 50% da matéria seca, o que está acima do requerido pelos peixes cultivados.

No Nordeste do Brasil usadas, para tilápia do Nilo, dietas suplementares, constituídas de torta de mamona e farinha de peixe. Também tortas de algodão e de mamona para o híbrido de tilápias de Zanzibar com a do Nilo.

**Dieta balanceada.**- Anteriormente definida, este tipo surgiu com o desenvolvimento da aquicultura, quando se tornou necessário o uso de dietas de diferentes tipos e formas de apresentação. Nos últimos anos, foram valiosos os progressos adquiridos no respeitante ao conhecimento dos alimentos e das técnicas de processamento de dietas, surgindo grande variedade de formas e composição das mesmas para peixes.

Os principais tipos de dietas para peixes, com respectivas formas de apresentação, são a seguir estudadas.

Dieta completa.- Constitui-se em peixe fresco, resíduo doméstico, minhoca (oligoqueta), crustáceo e outros animais, que são fornecidos aos peixes cultivados, sob as mais diversas formas (cru, congelado, cortado em pedaços, moído, inteiro ou prensado). As primeiras dietas fornecidas aos peixes se constituíram de resíduos domésticos e peixes crus.

O peixe fresco é fornecido inteiro, cortado em pedaços ou moído. Suas vantagens são a grande aceitabilidade (palatabilidade) e o baixo custo. Isto porquê é usado peixe de baixo ou nenhum valor comercial para alimentar espécie nobre, geralmente.

Na Dinamarca, as trutas são alimentadas principalmente com arenque e outros peixes frescos e moídos e minhocas, misturados com alginatos como aglutinador.

Na Noruega salmões e trutas são alimentados, basicamente, com peixes de pequeno porte, congelados, devido ao menor custo deste alimento, quando comparado com dietas formadas pela mistura de alimentos.

Peixes frescos ou congelados, quando usados como dietas, podem fornecer todos os nutrientes exigidos pelas espécies cultivadas, especialmente as carnívoras. Contudo, aqueles devem ser armazenados convenientemente, a fim de se evitar sua deterioração, como a oxidação (rancificação) das gorduras, que poderá causar danos aos peixes cultivados.

Nas estações de piscicultura do DNOCS utilizam-se, nas criações de apaiari, **Astronotus ocellatus ocellatus**; tucunarés, **Cichla sp.**, e pescada do Piauí, **Plagioscion squamosissimus**, dietas constituídas de peixes frescos, cortados em pedaços ou moídos, e camarões (inteiros ou cortados).

Dieta farelada úmida ou dieta granulada úmida.- É formada pela mistura de alimentos úmidos (carne de peixe fresca, farinha de carne ou de peixe, resíduos do processamento animal e produtos similares) com farelos secos, em iguais proporções. Geralmente são mais econômicas do que as dietas completas e boas para salmonídeos e outras espécies, que não aceitam facilmente alimentos secos.

Dieta farelada úmida típica para salmonídeos contém 34,4% de umidade, 34,8% de proteína, 7,5% de lipídios, 6,8% de cinzas e 16,8% de carboidratos. Ela apresenta 2.200 kcal de energia líquida disponível por kg.

Pode-se aproveitar resíduos industriais do processamento do pescado, bem como peixes não usados diretamente no consumo humano, para o preparo de dietas fareladas úmidas. Contudo, os alimentos de origem animal (perecíveis) deverão ser armazenados em freezer ou câmara frigorífica, pois estão sujeitos a rancificação ou deterioração.

Ração peletizada.- Tipo de dieta das mais usadas comumente na piscicultura, nos dias de hoje. Isto devida a facilidade na preparação, transporte, armazenamento e fornecimento aos peixes, pois ela não precisa de estrutura de frio para estocagem e transporte. O fornecimento aos peixes pode ser feito em comedouros automáticos (tipos diversos), em caçambas puxadas por tratores, em barcos e em outros dispositivos.

As indústrias formulam e fazem dietas balanceadas e peletizadas para inúmeras espécies de peixes de água doce, de tal modo a atender-lhes as exigências nutritivas específicas. O tamanho dos grãos ou peletes varia de acordo com o do peixe que se vai alimentar.

As rações peletizadas devem apresentar grânulos (peletes) suficientemente duros, a fim de permanecerem intactos na água por, no mínimo, 10 minutos. O desejável vai de 15 a 20 minutos. Isto para que os peixes possam captá-los antes que se desintegram na água. Teores de gordura acima de 6% concorrem para diminuir a compressibilidade dos peletes. Produtos como farelos de arroz, aveia e alfafa; farinha de osso; e os derivados de celulose exercem ação idêntica, quando em excesso.

A peletização da dieta envolve o uso de água, calor e pressão, antes e durante a passagem da mistura pelos orifícios da matriz de moldagem. Alguns nutrientes termolábeis da mistura, com 16% de umidade, podem ser destruídos, quando submetidos a temperatura de 85°C. A vitamina C, por exemplo, é o nutriente que mais facilmente se perde durante a peletização da ração. A adição de maior quantidade de vitaminas sensíveis ao calor é normalmente aconselhável, espalhando-se as mesmas diretamente sobre os peletes, logo após a peletização.

Ração extrusada.- Tipo de dieta em que os peletes apresentam, em sua parte interna, bolhas de ar, que lhes permitem flutuar na água. Elas são largamente usadas na piscicultura moderna, inclusive no Brasil, onde seu emprego é crescente.

Os peletes flutuantes são obtidos em equipamentos especiais (extrusoras) e seu custo de produção é 8 a 15% mais caro do que os peletes comuns. Contudo, sua principal vantagem compensa plenamente. Ela consiste em permitir que os piscicultores controlem a quantidade de alimento consumido, de acordo com o apetite dos peixes.

Pelo fato de não serem concentrados, pois apresentam as bolhas de ar, os grânulos expandidos aumentam os custos de transporte e de armazenamento. Se os peletes forem demasiadamente expandidos, os peixes podem se sentir saciados sem terem ainda ingerido os nutrientes necessários para o crescimento normal. Acrescente-se, ainda, que as elevadas temperaturas (107 a 127°C) e pressões ( $440$  a  $520 \times 10^4 \text{kg/m}^2$ ) gelatinizam o amido e tornam os carboidratos mais digestíveis. No entanto, há a desvantagem da destruição de nutrientes termolábeis, como as vitaminas, por exemplo.

Estudos mostraram que o **catfish** consome 17% mais nutrientes quando alimentado com peletes comuns e apresenta maior ganho de peso, quando comparado com grânulos expandidos, sendo as duas dietas fornecidas **ad libitum**.

Para fornecimento dos grânulos expandidos aos peixes pode-se adotar as mesmas técnicas referidas para os peletes comuns, com exceção da bandeja-comedouro, pois os peletes são flutuantes.

Alimentos pastosos.- Exemplo típico de dieta pastosa é a que foi desenvolvida no Japão para a criação de enguia, **Anguilla japonica**. Consiste basicamente em farinha de peixe, finamente pulverizada, e amido de batata seco e gelatinizado. A mistura de ambos é suplementada com a adição de minerais e vitaminas. Antes de ser fornecida às enguias, a dieta deve receber igual peso em água, 5 a 10% de óleo de peixe, sendo tudo vigorosamente agitado, durante 30 segundos. A pasta assim obtida é fornecida às enguias em cestos de metal, suspensos na superfície da água.

## ARRAÇOAMENTO

O arraçoamento é um conjunto de práticas, que permitem aos peixes terem acesso aos alimentos artificiais, suplementares ou balanceados, ingerindo-os em quantidades suficientes.

O primeiro cuidado no arraçamento é se saber a quantidade do alimento que deve ser ofertado aos peixes. Aquela é calculada, normalmente, com base na biomassa (peso vivo) dos indivíduos presentes no tanque ou viveiro.

Se se fornecem aos peixes alimentos em quantidade abaixo da requerida, eles receberão menos nutrientes do que o necessário para a saúde, vida e produção. Também, quando fornecido em excesso, o alimento passa rápido no tubo digestivo e, em consequência, suas digestão e absorção tornam-se incompletas. Por isto, os alimentos devem ser fornecidos em quantidades adequadas.

Desse modo, a quantidade de um alimento que deve ser fornecido é calculada, quase sempre, com base na biomassa de todos os peixes de um tanque ou viveiro, num dado momento, expressando-a em percentagem. Esta varia de 2 a 5% da biomassa/dia. Para peixes em crescimento ativo (alevinos e juvenis) a quantidade varia de 4 a 5% do peso vivo/dia. Peixes maiores, em fase de engorda, 2 a 3% da biomassa/dia, quase sempre. É comum numa engorda de peixes alimentá-los, no início, na base de 4 a 5% e no final da mesma 2 a 3%. A taxa de arraçamento de reprodutores e reprodutrizas também varia de 2 a 3% do peso vivo/dia. Pós-larvas e pequenos alevinos podem receber até 20% de seus pesos em alimentos por dia.

Alguns peixes, como tilápias e carpas, podem consumir, por dia, até 10% da biomassa. Apesar disto, não se lhes deve fornecer alimentos numa taxa acima de 5%.

Leve-se em conta que se a quantidade do alimento a ser fornecido num dia é ofertada numa só refeição, causará diminuição na conversão alimentar. É como se o alimento fosse fornecido em excesso. Por isto, e em decorrência do fato de que os peixes, em seus ambientes naturais, ingerem alimentos cada vez que os encontram disponíveis, torna-se conveniente repartir o total da ração em duas ou mais refeições.

Outro fator que se deve levar em conta no arraçamento de peixes é a apresentação do alimento, pois o tamanho e consistência das partículas ou peletes devem ser adequados ao tamanho dos peixes, que as ingerem inteiras. Em decorrência disto, os truticultores adotam a prática de peletizar as dietas em 4 ou 6 tamanhos diferentes dos peletes, para fornecê-los em dimensões adequadas aos peixes.

A oferta dos alimentos aos peixes pode ser feita manual ou mecanicamente. No primeiro caso, aqueles são lançados diretamente na água ou colocados em bandejas de metal, madeira ou de plástico. O local escolhido deve ficar oposto a saída de água do viveiro, caso este tenha água em constante renovação. Isto para evitar a fuga do alimento pelo dispositivo de drenagem. No arraçamento mecanizado pode-se utilizar:

Comedouro automático.- Construído em fibra de vidro, metal (ferro-zincado) ou em madeira, o alimentador automático, acionado por mecanismo de relógio ou pequeno motor, deixa cair, intermitentemente, certa quantidade de ração, adrede calculada para atender às necessidades dos peixes. Alguns tipos de comedouros automáticos são acionados pelos próprios peixes, que, através de movimentos na água, logo abaixo do alimentador, fazem com que a ração caia deste, diretamente na água. Neste caso, os animais são inicialmente condicionados.

Trator com caçamba.- Trata-se de uma caçamba arrastada por trator, o qual, através de um sistema de transmissão, movimentada um dispositivo da caçamba, lançando a ração na água do viveiro. Neste caso, há que sincronizar a velocidade do trator com a quantidade da ração que cai na água.

Barco.- Movido a motor de popa ou de centro, o barco, ao mesmo tempo em que se desloca na água do viveiro, deixa cair a ração na mesma, através de dispositivo que permite a passagem da ração sem que a água invada o barco. A ração pode ser grãos(trigo, milho etc) ou peletes.

Além da forma e apresentação dos alimentos, os fatores que influenciam na captura de alimentos artificiais pelos peixes são estabilidade do pelete, condições físicas e químicas da água (temperatura, O<sub>2</sub>D, salinidade e outras), vazão da água que passa no viveiro, espécie alimentada, idade/tamanho dos peixes e outros.

## **EFEITOS DA ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL**

Uma dieta balanceada, contendo todos os nutrientes, requeridos pelos peixes em cultivo, em quantidades e nas devidas proporções, acarretará, aos mesmos, boa saúde, elevadas taxas de sobrevivência e crescimento e boa produção. Para isto, contudo, a dieta deverá ser fornecida na devida quantidade e ser submetida a boas técnicas de processamento e distribuição aos peixes.

Quando se fornece a ração em excesso ou se a mesma tem teores de carboidratos e/ou gorduras acima daqueles que os peixes podem aproveitar, as sobras terminarão na água do viveiro e aumentarão a matéria orgânica na mesma, causando decomposição e depleção na taxa de O<sub>2</sub>D na água e/ou alterações em seu pH. Saliente-se que as fibras não digeridas passarão também para a água, através das fezes.

A dieta com teor energético inferior ao requerido pelos peixes arraçados, acarretará nos mesmos retardamento ou cessação do crescimento, inclusive do esqueleto, perda de peso, inferior eficiência reprodutiva, aumento na mortalidade e diminuição da resistência aos

parasitas e doenças. As dietas com deficiência protéica acarretam naqueles animais raquitismo, queda na produção e predisposição às doenças.

Estudos mostraram que quando os peixes são alimentados com dietas carentes em determinadas vitaminas, apresentam sintomas típicos de avitaminoses, conforme vistos antes. Isto é mais freqüente quando aqueles animais recebem dietas ricas em produtos de origem vegetal. Quando a carência é de vitamina A, por exemplo, os peixes apresentam crescimento retardado, infecções (principalmente nos epitélios) e deficiência reprodutiva. Quando é de vitamina D, surgem problemas de raquitismo e deformações ósseas.

No que se refere aos minerais, pesquisas mostraram que níveis de Na e K acima do requerido pelos peixes, causam desorganizações metabólicas e baixo índice de crescimento. A deficiência de iodo acarreta hipertireoidismo em trutas.

Intoxicações alimentares podem ocorrer nos peixes, quando são alimentados com dietas estragadas (bolorentas, rancificadas etc) ou com graves distorções no conteúdo mineral ou de outros nutrientes. A presença de bolores (fungos) nas rações ocorre quando são armazenadas por longo tempo, principalmente quando o local de armazenagem fica úmido.

Dietas elaboradas sem maiores cuidados higiênicos, poderão se contaminar com patógenos, principalmente bactérias, e causar doenças nos peixes.

## **AVALIAÇÃO DOS ALIMENTOS E CONVERSÃO ALIMENTAR**

A melhor maneira de se avaliar a qualidade de um alimento para peixes é determinando-se a conversão alimentar. Esta é a quantidade do alimento ingerido, que excede as necessidades de energia e manutenção dos peixes e que é utilizada para crescimento e engorda. Pode-se dizer que a conversão alimentar é uma relação entre a energia ingerida pelo peixe e a energia depositada nos tecidos, ou seja, a utilizada no crescimento e engorda.

As espécies de peixes diferem na conversão das diversas formas de matéria orgânica em carne (pescado). A conversão pode, ainda, variar com a temperatura ambiental (diretamente proporcional), tamanho do peixe (quanto menor maior a conversão), O<sub>2</sub>D na água, condições gerais do animal (quando doente converte menos) e preferências alimentares dos peixes (maior conversão para os peixes herbívoros, seguidos dos onívoros).

A presença nos viveiros de alimentos naturais, em maior ou menor abundância, de difícil avaliação quantitativa, acarreta problemas na estimativa precisa da conversão alimentar.



O crescimento rápido do peixe que se está arraçoando não significa, necessariamente, que ele converta bem o alimento ingerido. Pelo contrário, pode acontecer que uma espécie cujo crescimento seja mais lento, melhor converta em pescado o alimento consumido.

Dois dos fatores que mais influenciam na conversão alimentar são a quantidade do alimento fornecido e sua forma de apresentação. Se se fornecem aos peixes alimentos em excesso, estes passarão rapidamente pelo aparelho digestivo, diminuindo a digestão e absorção e, conseqüentemente, a conversão alimentar.

Está, também, comprovado que a conversão ótima não se consegue com a quantidade de alimento que produz o crescimento máximo dos peixes. Por exemplo, se se fornece alimento na proporção de 5% da biomassa/dia pode-se obter o crescimento máximo dos peixes. Contudo, pode acontecer que se se fornece apenas 4% obtenha-se conversão alimentar maior, com crescimento bastante aceitável.

No que se refere a forma e apresentação do alimento, são melhores as conversões alimentares que se observam quando se fornecem alimentos com tamanho e consistência adequados para cada comprimento dos peixes.

No arraçoamento de peixes não é importante apenas que a dieta seja de baixo custo, mas, também, que tenha máxima eficiência, em termos de conversão alimentar. Deste modo, o custo total da alimentação depende do valor unitário da dieta e de sua conversão, isto é, os quilogramas necessários para produzir 1kg de peixe comercializável. Alguns tentaram obter a conversão de 1:1, mas a densidade de peixe era pequena e eles comiam significativas quantidades de alimentos naturais. Alguns piscicultores obtiveram conversão alimentar inferior (3:1, por exemplo) e foram economicamente bem sucedidos, pois usaram dietas de baixos custos unitários. As conversões mais esperadas variam, comumente, de 1,2:1 a 1,8:1.

A conversão de um dado alimento para peixes criados em viveiro é dita aparente, pois fica computada aquela devida a ingestão, por aqueles animais, de alimentos naturais. A conversão verdadeira pode ser determinada em aquários, usando-se água filtrada, desprovida, pois, de qualquer alimento natural.

## **DIGESTIBILIDADE DE UM ALIMENTO PARA PEIXE**

O cálculo da digestibilidade é uma forma de medir o aproveitamento de um alimento, isto é, a facilidade com que é convertido, no aparelho digestivo, em substâncias úteis para nutrição do peixe que o ingere.

A digestibilidade abrange dois processos, **digestão**, que corresponde a hidrólise das moléculas complexas dos alimentos, e a **absorção** de pequenas moléculas (aminoácidos, ácidos graxos e outras), no intestino.

A digestibilidade é um dos parâmetros utilizados para avaliar o valor nutritivo dos alimentos para peixes, porque não basta que a proteína ou outro nutriente se encontre em altas percentagens no alimento, senão que ela seja digerível, a fim de ser assimilada e, por conseguinte, aproveitada pelo peixe que a ingere. A digestibilidade, portanto, é excelente medida da qualidade e isto tem suscitado a idéia de medi-la **in vitro**, submetendo-se as proteínas a digestão artificial por pepsina, que é uma enzima que se encontra no estômago dos peixes, e **in vivo**, como se descreve adiante.

A digestão nos peixes se faz sob a ação de diferentes enzimas digestivas, dentre elas as proteolíticas (endoproteases, exoproteases e peptidases), que apresentam atividades elevadas, superior ou igual a dos vertebrados onívoros. Isto nas espécies carnívoras. Para estas, contudo, as enzimas glicolíticas são pouco ativas, como ocorre com os salmonídeos. Pode-se surpreender com a presença da amilase tanto nos salmonídeos como em todos os peixes carnívoros, sejam marinhos ou de água doce. Porém, deve-se ter em mente que a amilase hidrolisa também o glicogênio dos alimentos naturais ingeridos por aqueles.

Desse modo, a digestibilidade depende dos meios que conta o peixe para dividir o alimento em fragmentos pequenos e das enzimas digestivas que possui.

Poucos são os alimentos utilizados pelos animais na forma em que são ingeridos. A digestão implica no fracionamento das proteínas, liberando os aminoácidos, assim como os carboidratos complexos são reduzidos a açúcares simples e as gorduras são hidrolisadas em mono ou di-glicerídeos, antes que os nutrientes sejam absorvidos no trato digestivo.

O valor nutritivo de um alimento não depende apenas do teor de nutrientes nele contidos, mas também da habilidade do animal em digerir e assimilar os nutrientes daquele. Nos peixes não há condições propícias para intensa atividade microbiana, devida a pequena capacidade do tubo digestivo e ao relativamente curto período de retenção dos alimentos, aliados às geralmente baixas temperaturas do meio que aqueles vivem. Isto explica a baixa capacidade que eles apresentam para absorverem nutrientes dos alimentos fibrosos.

As espécies de peixes variam, consideravelmente, na habilidade de digerir as proteínas. Isto devida à natureza e atividades das enzimas proteolíticas. As técnicas de preparo dos alimentos podem afetar a digestibilidade daquele nutriente. A digestibilidade dos lipídios é inversamente proporcional a extensão da cadeia carbônica e, por conseguinte, a ponto de fusão da gordura. Também, quanto mais elevado o grau de insaturação da gordura mais digerível ela é pelos peixes. A digestibilidade dos carboidratos para peixes diminui com o

aumento do número de átomos de carbono da molécula, ou seja, é maior para os monos e dissacarídeos do que para o amido e a celulosa. Por isto, as fibras vegetais praticamente não são digeridas pela maioria dos peixes. As espécies herbívoras e onívoras utilizam com mais eficiência os carboidratos das dietas. Isto em relação às carnívoras. A truta digere 3 a 47% dos hidratos de carbono ingeridos, enquanto que na carpa comum a digestão é mais ou menos constante e entre 87 a 91%.

A natureza e potência das enzimas digestivas estão relacionadas com a classe de alimento preferido por cada espécie. Por exemplo, a maltase é muito potente em espécies onívoras (carpa comum, por exemplo), porém muito pouco em carnívoras. A amilase é potente na **Oreochromis mossambicus**, espécie micrófaga, porém pouco na perca, **Lucioperca lucioperca**, que é insetívora.

A determinação da digestibilidade de um nutriente para peixe pressupõe a determinação do teor do nutriente no alimento ingerido e a estimativa da quantidade assimilada do mesmo nutriente.

Denomina-se **coeficiente de digestibilidade verdadeiro (Dv)** a relação entre nutrientes assimilados (A) e nutrientes ingeridos (I). Deste

modo,  $Dv = \frac{A}{I}$ . Contudo, fica difícil o cálculo da porção assimilada. Por isto

tem-se usado a fórmula  $Dv = \frac{I - (F - Fk)}{I}$ , em que F=nutrientes nas fezes e Fk=nutri-

entes metabólicos excretados com as fezes (uréia, ácido úrico e outros). Como é difícil a avaliação das perdas metabólicas fecais, determina-se a

**Digestibilidade aparente (Da)**, expressa por  $Da = \frac{I - F}{I}$ .

As determinações das digestibilidades verdadeira e aparente, antes descritas, são ditas determinações diretas. Elas apresentam duas dificuldades, que são os cálculos de todo alimento ingerido e de todo material excretado (fezes), correspondente ao alimento ingerido.

Por isso, hoje se utiliza o método indireto para determinação da digestibilidade aparente, mediante o uso de indicadores, tal como o óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), substância de referência inerte. Assim, Da é estimada pela seguinte fórmula:

$$Da = \frac{\% \text{ do indicador no alimento} - \% \text{ do indicador nas fezes}}{\% \text{ do indicador no alimento}}$$

$$Da=100 - \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100.$$

% do indicador nas fezes    % do nutriente no alimento

Vê-se, pois, que a estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes para peixes, usando-se o método indireto, torna-se bastante simples, pois não é necessária a determinação do alimento total ingerido e nem a coleta de todo o material excretado.

A coleta das fezes pode ser feita diretamente do tubo digestivo, com leve pressão dos dedos na região ventral do peixe ou, cuidadosamente, no fundo do aquário. Para isto, diversas técnicas foram desenvolvidas, como a de CHO & SLINGER (1978), que usaram um sistema de sifonagem constante da água do aquário contendo os peixes, a qual passa por coluna filtrante que retém as fezes, para posterior determinação da fração digerida dos nutrientes. Tem-se usado, também, leve inclinação do fundo do aquário, sendo que as fezes dos peixes se concentram nas partes mais baixas e aí retiradas por uma torneira, que deixa passar a água com as fezes.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

KUBITZA, F. 1997. Qualidade da alimentação, Qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Peixes. CBNA. Piracicaba, p. 63-101.

LOGATO, P. 2000. Alimentação de peixes de água doce. Editora Aprenda Fácil. Viçosa – MG.

REVISTA PANORAMA DA AQUICULTURA Ed. 83. Maio / Junho de 2004