

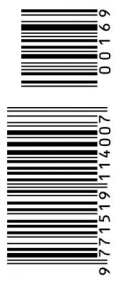
# Panorama da AQUICULTURA



## POTIPORÃ

### UMA EFICIÊNCIA CONSTRUÍDA

ISSN 1519-1141



00169

# Avanços na nutrição da tilápia:

## desempenho, imunidade e qualidade da carne

Quase 6 milhões de toneladas de tilápia são cultivadas anualmente. Estima-se que o Brasil, com cerca de 360 mil toneladas, seja o quarto maior produtor desse peixe, atrás da China, Indonésia e Egito. Em um rápido cálculo, considerando um custo de produção médio de US\$ 0,80/kg, e que os alimentos representam 60% desse custo (ou seja, US\$ 0,48/kg), estima-se que os criadores dispendem pelo menos US\$ 2,88 bilhões anualmente em nutrição para a espécie. Até o final dos anos 80 as tilápias eram produzidas mais em viveiros, em sistemas de cultivo que combinavam alimentos naturais e rações suplementares. Havia poucos relatos de deficiências nutricionais e enfermidades. Com a intensificação dos cultivos ocorrida há pouco mais de duas décadas, as fazendas se multiplicaram, mais peixes são transportados de uma região a outra, material genético superior é transferido entre países e a concentração de indivíduos em uma determinada propriedade ou área vem aumentando. Isso contribuiu para que enfermidades, outrora de pouca importância, voltassem a assombrar a tilapicultura. Cepas de bactérias e outros patógenos cada vez mais especializados e agressivos vêm causando prejuízos a diversos produtores em todo o mundo. Esses desafios vêm demandando dos nutricionistas mais atenção nas investigações sobre as necessidades de nutrientes (aminoácidos, minerais, vitaminas, ácidos graxos, e outros) não apenas para maximizar o desempenho, mas também, fortalecer a imunidade da tilápia. Esse é o momento atual por qual passam as pesquisas nutricionais com essa espécie. Foco na imunonutrição e na nutrição de alto desempenho, onde pesquisadores começam a investigar o impacto de nutrientes e aditivos na expressão de genes que regulam o crescimento e a imunidade. Apresentamos nesse artigo algumas particularidades da nutrição e da fisiologia de importância ao manejo nutricional e alimentar, enfatizando o papel da nutrição na imunidade, saúde e qualidade dos produtos da tilápia.

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



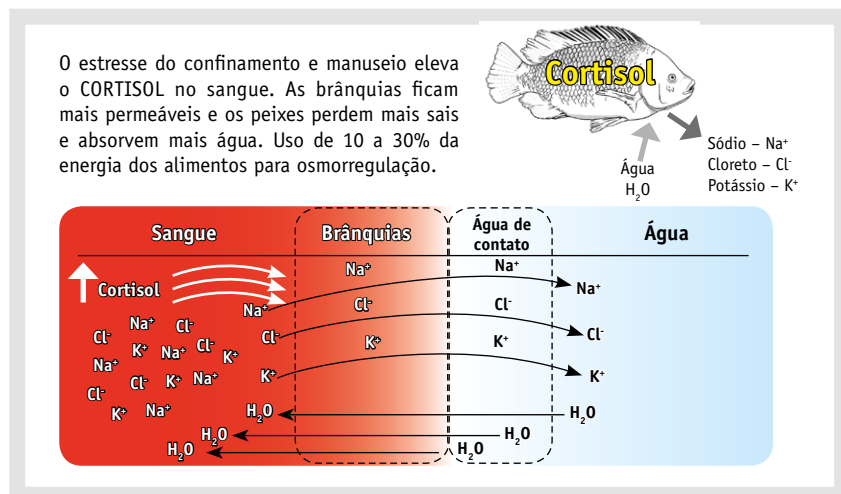
### Peciloteria, conforto térmico, e relação proteína/energia

Os peixes são pecilotérmicos, ou seja, não regulam a temperatura corporal. Assim, não gastam energia dos alimentos para aquecer o corpo. Isso torna os peixes, quando dentro do seu conforto térmico, mais eficientes no uso das rações, retornando índices de conversão alimentar (ração/ganho de peso) de 1,1 a 1,6, contra 1,8 a 2,1 para aves e 2,7 a 2,9 para os suínos. Peixes tropicais, como a tilápia, têm conforto térmico entre 27 e 30°C. No conforto térmico o consumo de alimento, a digestão, o metabolismo, o ganho de peso, a eficiência alimentar e a imunidade da tilápia são maximizados. Como os peixes não são capazes de aquecer o corpo, eles não necessitam de tanta energia na ração. Assim, o melhor desempenho dos peixes é alcançado com rações que apresentam uma maior relação entre **Proteína Bruta / Energia Digestível (PB/ED)**, próxima de 100 g PB para cada 800 a 1.100 quilocalorias de ED. Essa relação PB/ED é alcançada com rações contendo entre 28 e 45% de PB. Comparando com aves e suínos (rações com 14 a 22% PB), a maioria das pessoas tende a acreditar erroneamente que os peixes são muito mais exigentes em proteína, o que não é verdade. Se um frango come 2 kg de ração com 20% de proteína para ganhar um quilo de peso, ele precisou ingerir 400 g de PB/kg de ganho. Um suíno com ração de 16% e conversão de 2,8 necessita ingerir 448 g de PB/kg de ganho. Uma tilápia com ração de 32% e conversão alimentar de 1,3 ingere 416 g de PB/kg de ganho. Estão todos muito próximos.

### Fibra bruta nas rações para tilápia

A fração fibra bruta dos alimentos (celulose, hemicelulose, lignina e outras) não é digerida pelos peixes, portanto, as fibras contribuem com praticamente zero em energia. O aumento na fibra bruta na ração aumenta a velocidade de trânsito do alimento pelo trato digestivo da tilápia. Assim, fibra em excesso pode diminuir o tempo de exposição do alimento à digestão e à absorção, reduzindo o aproveitamento das rações. Meurer

et al (2003) não observaram prejuízos ao desempenho de alevinos de 1 a 7 g alimentados com rações contendo até 8,5% de fibra bruta. Juvenis de tilápia de 10 a 40 g apresentaram pior crescimento, conversão alimentar e aproveitamento de proteína com rações contendo 11 e 14%, comparado a rações com 8% ou menos de fibra (Ali e Al-Asgah, 2001). Shiau et al 1988 observaram redução no crescimento e piora na conversão alimentar em tilápias alimentadas com ração contendo 6, 10 e 14% de fibra, comparado a peixes alimentados com ração com apenas 2%.



**Figura 1.** Representação das perdas de eletrólitos e absorção de água pela tilápia em água doce (desenho do autor)

### Osmorregulação e eletrólitos na ração

Em água doce as tilápias estão continuamente absorvendo água e perdendo sais (sódio, cloreto e potássio) através das brânquias. Os sais são repostos via alimento. As perdas de sais são intensificadas nos cultivos em tanques-rede, onde o estresse é mais acentuado do que nos cultivos em viveiros. O cortisol é um hormônio associado ao estresse, responsável pelo aumento na permeabilidade das membranas branquiais e, assim, aumenta as perdas de sais e a absorção de água (**Figura 1**). Através da osmorregulação os peixes tentam minimizar a absorção de água e as perdas de sais, bem como repor os sais perdidos. A osmorregulação consome 10 a 30% da energia ingerida nos alimentos. Isso explica porque as tilápias ganham 9 a 13% mais peso em águas com salinidade entre 4 e 10 ppt de sal do que em água doce. O provimento de um balanço mais adequado de eletrólitos nas rações para facilitar a reposição dos sais perdidos é uma estratégia que pode ajudar a reduzir os gastos de energia com a osmorregulação e disponibilizar energia adicional para ganho de peso e fortalecimento da imunidade que, economicamente, são atributos de maior interesse ao produtor. Um estudo realizado na China (Shiau e Lu, 2004) com a tilápia híbrida (*O. niloticus* x *O. aureus*) demonstrou que a inclusão de 0,5% de sal em dietas purificadas (o equivalente a 0,2% Na e 0,3% Cl) aumentou em 17% o ganho de peso e diminuiu em 15% o uso de ração por quilo de peixe produzido, comparado ao uso de ração sem suplementação de sal. Shiau e Hsieh (2001) determinaram a necessidade de inclusão de 0,3% de potássio em rações para juvenis de tilápia. Isso equivale a uma suplementação de 0,5% de cloreto de potássio na ração.

### Aminoácidos e níveis de proteína nas rações para tilápia

Dez aminoácidos são considerados como essenciais e precisam estar presentes nas rações em quantidades balanceadas (**Tabela 1**). Considerando atendidas as exigências em aminoácidos essenciais, a tilápia-do-Nilo têm o crescimento otimizado com rações contendo entre 30 e 45% de proteína bruta (PB), dependendo da fase de desenvolvimento.

**Tabela 1.** Requerimentos em aminoácidos para peixes tropicais e tilápia (valores expressos em porcentagem sobre a proteína da ração)

Aminoácidos	Tilápia		
	NRC (2011)	Santiago e Lovell (1988)	Tab. Brasileiras (2010)
Lisina	5,0 a 5,7	5,1	5,8
Metionina	2,2 a 3,1	2,7	2,0
Metionina + Cistina	2,3 a 4,0	3,2	3,5
Treonina	2,0 a 3,9	3,8	4,5
Triptofano	0,5 a 1,0	1,0	1,1
Fenilalanina + Tirosina	5,0 a 6,5	5,5	6,3
Arginina	4,2 a 6,0	4,2	4,8
Histidina	1,5 a 2,1	1,7	2,0
Isoleucina	2,2 a 3,1	3,1	3,5
Leucina	3,3 a 4,1	3,4	3,8
Valina	2,8 a 3,6	2,8	3,2

**Níveis de proteína nas rações para pós-larvas e alevinos -** O crescimento da tilápia nas fases iniciais é maximizado com níveis de proteína entre 40 e 45% (**Tabela 2**). No entanto, resultados de campo mostram desempenho geralmente superior com o uso de rações contendo 50 a 55% PB, comparadas às rações com 40 a 45% PB. Isso tem mais a ver com a estabilidade da ração em pó na superfície da água do que com os níveis mais elevados de proteína da ração. Para formular essas rações com 50 a 55% PB é preciso usar maiores quantidades farinhas de origem animal (farinhas de peixe, de sangue, de penas, hemoglobina, vísceras de frango, etc.). Essas farinhas são mais leves do que os farelos proteicos de origem vegetal. Por esse motivo, as rações com 50 a 55% de proteína geralmente ficam mais tempo na superfície da água (são mais estáveis), favorecendo o consumo pelas pós-larvas e pequenos alevinos.

**Tabela 2.** Síntese de estudos que determinaram níveis de proteína bruta na ração considerados como ideais para pós-larvas e alevinos de tilápia-do-Nilo

Peso inicial (g)	Proteína Bruta (%)	Referência
0,012	45	El-Sayed e Teshima 1992
0,012 a 0,3g	41	Hayashi et al 2002
0,4	30	Furuya et al 1996
0,5	40	Al Hafedh 1999
0,8	40	Siddiqui et al 1998
1,0	34-36	De Silva et al 1989
2,4	35	Abdelghany 2000
3,5	30	Wang et al 1985
8,0	38	Kaushik et al 1995

**Níveis de proteína nas rações para recria e engorda (peixes acima de 20 g)** – A maior parte dos produtores utiliza rações com 32 a 35% PB. Alguns ainda optam pelo uso de ração com 28% ou menos proteína, em busca de redução nos gastos com a compra de ração. Rações com baixos teores de proteína atrasam o crescimento, pioram a conversão alimentar e resultam em maior acúmulo de gordura visceral nos peixes. Isso acaba aumentando o custo de produção. Alguns produtores de tilápia em tanques-rede já usam rotineiramente rações com níveis de proteína elevados (35 a 40% PB) durante as fases de recria e engorda. Os benefícios observados foram: redução de 30 a 60 dias no tempo engorda (o que aumenta a produtividade e reduz os riscos); melhor conversão alimentar (entre 1,2 e 1,3, comparado a 1,5 e 1,7 com rações com 32% PB); redução da quantidade de peixes mortos recolhidos dos tanques-rede; maior rendimento no processamento (menos gordura visceral e filé com mais volume e integridade). A soma desses benefícios geralmente compensa com folga o maior preço pago por essas rações. Em estudos realizados na China com a tilápia-do-Nilo, linhagem GIFT (Qiang et al., 2012), foi observado máximo ganho de peso a temperaturas entre 28 e 30°C. Rações com 40% PB resultaram em melhor crescimento e conversão alimentar e maior expressão de fatores de crescimento (IGF – “insulin growth fator”) no sangue e no fígado dos peixes a temperatura de 30°C. Peixes que foram mantidos a 28°C e alimentados com ração contendo 38% PB apresentaram maior sobrevivência após desafio com a bactéria *Streptococcus iniae*. À temperatura de 29,4°C, as tilápias que foram alimentadas com ração contendo 42% PB apresentaram maior contagem de hemácias e de leucócitos, e níveis mais elevados de hemoglobina no sangue, comparado a peixes alimentados com menores níveis de proteína na ração (Qiang et al., 2013). Esses estudos reforçam a ideia do uso de rações com níveis mais elevados de proteína nos cultivos em tanques-rede, especialmente nos períodos de temperaturas elevadas (acima de 29°C), onde a ocorrência de infecções bacterianas

é maior. O produtor é forçado a reduzir a quantidade de ração fornecida para minimizar a mortalidade. Com isso, perde a oportunidade de aproveitar o grande potencial de crescimento da tilápia nesses meses de verão. Produtores que usam rações mais concentradas em proteína (35 a 40% PB) durante esses períodos notaram que, mesmo reduzindo a oferta em 20 a 30%, as taxas de ganho de peso são mantidas ou mesmo melhoradas em relação ao uso das rações com 32% PB. A escolha da ração a ser usada é algo muito particular do produtor. Mas não deve ser feita com base apenas no preço do saco de ração. Todos os possíveis ganhos aqui relacionados e que pesam sobremaneira no resultado econômico dos cultivos devem ser considerados.

### Ácidos graxos essenciais (AGE)

Ácidos graxos (AG) são as unidades que formam os lipídios (óleos e gorduras). Óleos são líquidos à temperatura ambiente, pois contêm maior quantidade de AG de cadeia mais longa (18 ou mais átomos de carbono) e com maior número de duplas ligações, ou seja, os chamados AG polinsaturados (AG das famílias w-6 e w-3). As gorduras são sólidas à temperatura ambiente, pois contêm mais AG saturados (sem duplas ligações) e alguns monoinsaturados (AG com apenas uma dupla ligação) de cadeia curta, com 18 ou menos átomos de carbono. Ácidos graxos essenciais (AGE) são os AG que o animal não consegue sintetizar e, portanto, precisam ser obtidos através dos alimentos. Para as tilápias foi demonstrada exigência em AG da família w-6 (1% na dieta), enquanto que a exigência em AG da família w-3 ainda não foi demonstrada. Além de fornecerem AGE, os lipídios são fontes de energia concentrada e altamente disponível aos peixes. A tilápia responde bem à inclusão de óleos e gorduras na ração. Óleos vegetais (óleo de soja) e a gordura de aves (que apresentam composição em AG muito semelhante a dos óleos vegetais) são fontes de AG muito usadas nas rações. Já o sebo bovino, constituído principalmente por AG saturados, é de pouco benefício nutricional à tilápia, a não ser como fonte de energia.

### Minerais e vitaminas

Minerais e vitaminas têm grande importância para a formação dos ossos e escamas, atuam como cofatores de enzimas em diversos processos metabólicos e desempenham papéis específicos no balanço ácido-base do sangue, na transmissão de impulsos nervosos, na formação de metaloproteínas (como a hemoglobina), na síntese de células de defesa, na integridade da pele, brânquias e mucosa intestinal, nos processos de cicatrização, entre outros. Alguns minerais e vitaminas ainda possuem ação antioxidante e modulam diversos mecanismos de defesa dos peixes. Nas **Tabelas 3 e 4** são relacionados os minerais e vitaminas e os níveis mínimos recomendados em rações completas usadas nos cultivos intensivos de tilápia. A suplementação com minerais e vitaminas nas rações para a tilápia é particularmente necessária em cultivos intensivos (tanques-rede, sistemas de recirculação e mesmo em viveiros

com altas densidades / biomassas de peixes). Nos cultivos menos intensivos em águas verdes, a suplementação das rações com mineral e vitaminas pode ser mínima ou mesmo suprimida, pois as tilápias conseguem complementar esses nutrientes através dos alimentos naturais disponíveis nos viveiros.

**Tabela 3.** Níveis mínimos de minerais recomendados em rações para peixes tropicais (NRC, 2011) e valores de exigências determinados especificamente para tilápias

Minerais	NRC (2011)	Tilápia
Cálcio	Não determinado	Não determinado
Fósforo disponível (%)	0,45 a 0,8	0,46 a 0,75
Magnésio (%)	0,04 a 0,06	0,06
Potássio (%)	0,7 a 0,8	Não determinado
Sódio (%)	0,6	0,2
Ferro (mg/kg)	30 a 150	60
Zinco (mg/kg)	20 a 30	80
Manganês (mg/kg)	2,4 a 13	Não determinado
Cobre (mg/kg)	3,0 a 5,0	4,0
Selênio (mg/kg)	0,25 a 3,0	0,25
Cobalto (mg/kg)	ND	ND

## Nutrição e imunidade nas tilápias

A imunonutrição é a principal alternativa para a redução do uso de medicamentos e de perdas de peixes nas pisciculturas, particularmente nos cultivos de tilápia. Diversos nutrientes essenciais ao crescimento (aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas, entre outros) também são importantes para o desenvolvimento normal dos mecanismos de defesa dos peixes. Em adição, outros compostos foram demonstrados capazes de modular diversas respostas imunológicas nas tilápias e em outras espécies de peixes cultivados (**Tabela 5**). Eles estimulam a produção de proteínas plasmáticas (**Glob / Albu**), importantes na produção de anticorpos (imunoglobulinas). Aumentam a produção e atividade da lisozima (**Liso**), uma enzima importante na destruição da parede celular de bactérias patogênicas. Também intensificam a produção de células de defesa (Leucócitos - **leuco**), em especial os linfócitos (**linfo**), que sintetizam anticorpos, e os macrófagos, responsáveis pela fagocitose (**fago**), um processo em que um macrófago engole e destrói um patógeno. Outros compostos aumentam a atividade do sistema de Complemento (**Comp ACH**), a produção de radicais oxigenados reativos (**ROS**) e compostos e enzimas de ação antioxidante (**Anti-OX**), processos esses auxiliares da fagocitose e importantes para conter o avanço das infecções. Vários aditivos ainda melhoram a saúde intestinal (integridade do epitélio intestinal e a quantidade e tamanho das vilosidades intestinais) e podem modular a composição da flora bacteriana intestinal, reduzindo o número de bactérias potencialmente patogênicas (as bactérias gram negativas) e aumentando a população das bactérias benéficas (bactérias gram positivas), como os *Lactobacillus*.

Dentre os principais aditivos usados para modular a resposta imunológica das tilápias e outras espécies de peixes, merecem destaque as leveduras íntegras e os metabólitos do processo de fermentação, além de outros compostos prebióticos obtidos a partir das leveduras, entre eles os nucleotídeos, o MOS e o B-glucano. **Nucleotídeos** são essenciais para a formação de células (músculo, células sanguíneas, linfócitos, macrófagos e outras células de defesa) e são fundamentais no desenvolvimento, maturação e integridade da mucosa intestinal, dificultando sua transposição por bactérias patogênicas presentes no intestino. A suplementação das rações com nucleotídeos é importante, particularmente nas etapas iniciais onde há um rápido desenvolvimento dos peixes. Também melhoram muito a qualidade das rações usadas na recria e engorda, que geralmente são formuladas à base de farelos vegetais, ingredientes pobres em nucleotídeos. Nucleotídeos ainda favorecem o desenvolvimento de *Lactobacillus* e *Bacillus*, em detrimento das bactérias patogênicas. **Os Mananoligossacarídeos (MOS) e os B-Glucanos** são compostos obtidos através da fragmentação da parede celular das leveduras. **O MOS** aumenta a produção de muco e melhora a integridade do epitélio intestinal, dificultando a aderência e penetração de bactérias patogênicas na mucosa intestinal e a ocorrência de infecção. Além disso as bactérias gram negativas se ligam às

**Tabela 4.** Níveis mínimos de vitaminas recomendados em rações para peixes tropicais (NRC, 2011) e valores de exigências determinados especificamente para tilápias. Valores expressos em UI ou mg/kg de ração

Vitaminas	NRC	Tilápia
A (UI)	1.000 a 4.000	4.150 a 7.000
D (UI)	500 a 2.400	375
E (mg)	50 a 100	40 a 100
K (mg)	Requerido	5
C Ác. ascórbico (mg)	25 a 50	40 a 80
B1 Tiamina (mg)	0,5 a 1,0	2,5
B2 Riboflavina (mg)	4 a 9	5 a 6
B6 Piridoxina (mg)	3 a 6	2 a 17
Pantotenato (mg)	10 a 30	10
Niacina (mg)	10 a 30	25 a 120
Biotina (mg)	0,15 a 1,0	0,06
Inositol (mg)	300 a 440	400
Colina (mg)	400 a 1.000	800 a 1.000
Ácido fólico (mg)	1 a 2	0,82
B12 - Cianocobalamina (mg)	0,01	Não necessário

**Tabela 5.** Efeito estimulante de alguns ingredientes ou nutrientes sobre os mecanismos imunológicos, a flora e saúde intestinal e a resistência dos peixes à infecção por patógenos. Quadro compilado pelo autor através da revisão de um grande número de estudos científicos

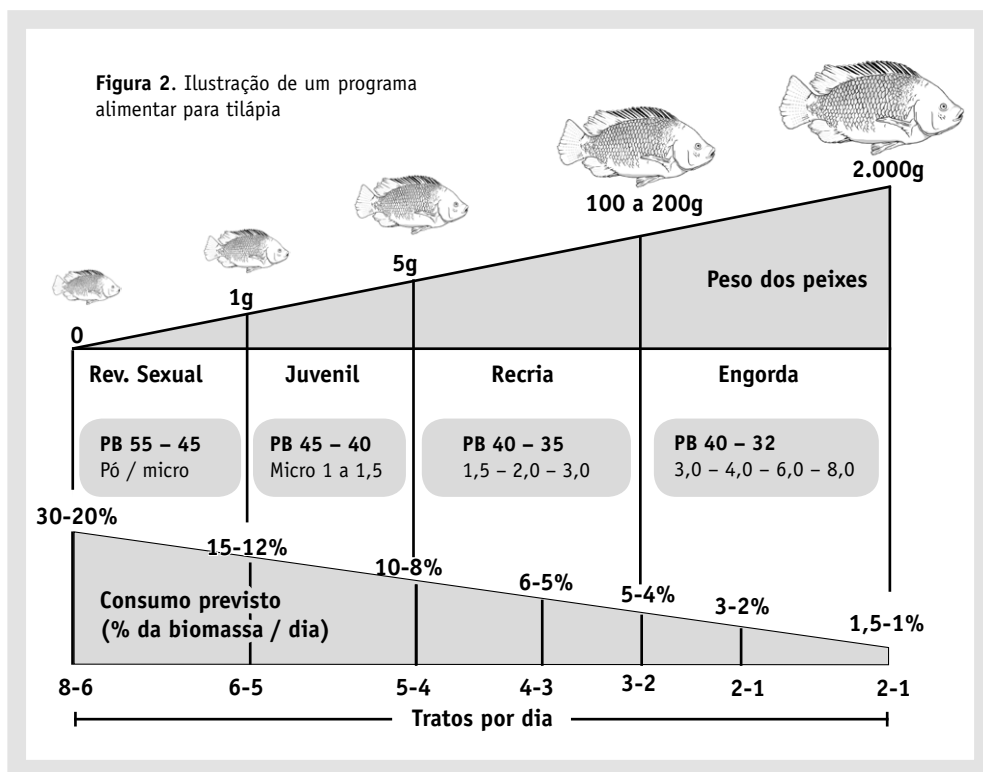
Ingredientes / nutrientes	Glob Albu	Liso	Leuco Linfo	Fago	Comp ACH	ROS	Anti- OX	Resist. Patog.	Flora intest	Saúde intest
Leveduras	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim		Sim		
Met. leveduras		Sim		Sim			Sim	Sim	Sim	Sim
Alginatos		Sim			Sim			Sim		
Nucleotídeos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim
Selênio	Sim		Sim				Sim			
MOS	Sim	Sim		Sim	Sim			Sim	Sim	Sim
B-Glucanos	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim		Sim		
Probióticos	Sim	Sim			Sim			Sim	Sim	Sim
Ác. orgânicos								Sim	Sim	
Vitamina C		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		
Vitamina E			Sim	Sim			Sim	Sim		
Ácidos orgânicos								Sim	Sim	
Alicina (alho)	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim		Sim		

micropartículas de MOS e são arrastadas para fora do intestino juntamente com as fezes. Isso modula a composição da microflora intestinal, reduzindo o número de bactérias patogênicas (gram negativas) e aumentando o número de bactérias benéficas como os *Lactobacillus* (gram positivas). Esse efeito é chamado de “efeito prebiótico”. Os **B-glucanos** modulam diversos mecanismos de defesa (**Tabela 5**) e reforçam a resposta imunológica das tilápias. Há estudos que demonstram que os B-glucanos conseguem restaurar a resposta imunológica de tilápias que foram alimentadas com ração contendo micotoxinas. A **vitamina C** é importante para a síntese de colágeno (formação da matriz óssea, pele e processos de cicatrização). Há estudos com algumas espécies de peixes que demonstraram que, em doses elevadas nas rações (1.000 a 2.000 mg/kg), a vitamina C melhora a resposta imunológica e aumenta a resistência aos patógenos. O mesmo parece ocorrer com o Selênio, que em doses 4 a 5 vezes acima do mínimo recomendado para ótimo crescimento (0,25 mg/kg de ração) melhora a resistência de algumas espécies de peixes a infecções bacterianas. **Alicina (alho)** - a alicina é um composto anti-cancerígeno e

de ação imunomoduladora em diversos animais e nos peixes. Juvenis de tilápia-do-Nilo de 25 g alimentados com ração contendo 0,5% de alho apresentaram maior contagem de leucócitos, maior atividade de lisozima, e fagocitose e explosão respiratória mais intensas do que peixes que receberam ração sem alho (Ndong e Fall, 2011). Em outro estudo, a inclusão de 3% de alho nas rações também elevou a contagem de linfócitos e a aderência dos neutrófilos e melhorou a sobrevivência de juvenis de tilápia-do-Nilo. Os peixes que foram alimentados por 3 meses com a ração contendo alho apresentaram menor mortalidade após uma infecção experimental com a bactéria patogênica *Aeromonas hydrophila* tanto ao final do verão, quanto ao final do inverno (Ali e Mohamed, 2010).

### Estratégia de alimentação

Na **Figura 2** segue a representação de um programa de alimentação para tilápias. Pós-larvas e microalevinos devem



ser alimentados com rações contendo 55 a 45% PB, na forma de pó fino. A oferta de ração deve ser entre 30 e 20% do peso vivo para as PLs e 15 e 12% do peso vivo/dia (%PV/dia) para alevinos de 1 g, divididos em 8 a 5 tratos por dia. Hoje há opções de micropellets de 0,3 a 0,8 mm, com 40 a 45% PB que podem ser usados desde a etapa de reversão sexual. Conforme os animais crescem e as fases de produção progridem, o tamanho dos peletes aumenta, o nível de proteína na ração diminui e a taxa diária de alimentação e o número de tratos são reduzidos gradualmente. **Intervalo entre as refeições** - Dois estudos verificaram que tilápias de 150 a 180 g a 28°C demoram 4 a 5 horas para esvaziar metade do conteúdo estomacal e, assim, ter espaço suficiente no estômago para receber uma nova alimentação. Peixes alimentados de 2 em 2 horas ficam com sobrecarga gástrica e acabam não digerindo, nem assimilando bem os alimentos (Riche et al., 2004 ; Gómez-Pearanda e Clavijo-Restrepo, 2012). Quanto maior o peixe, mais lento é o trânsito de alimento pelo trato digestivo. Assim, é de se esperar que tilápias de 500 a 800 g levem mais do que 4 a 5 horas para esvaziar metade do seu estômago. Assim, entre 06:00 e 18:00 (intervalo de 12 horas) seria ideal ofertar duas a três refeições para peixes de 150 a 200 g e provavelmente apenas duas refeições diárias para peixes acima de 800 g. Peixes entre 5 e 100 g devem ser alimentados a intervalos menores, a cada duas ou três horas, recebendo, portanto, um número maior de refeições por dia.

### Equilíbrio entre ganho de peso e conversão alimentar

“Quanto mais o peixe come, mais peso ele ganha, porém pior fica sua conversão alimentar”. Esse é um fundamento básico do manejo alimentar que deve estar na mente de todos os piscicultores. Na **Tabela 6** os resultados de um dos estudos avaliando o impacto da taxa de alimentação sobre o desempenho de tilápias ao redor de 500 g. O produtor deve buscar um balanço entre velocidade de crescimento (ganho de peso) e conversão alimentar. Para peixes pequenos, abaixo de 100 a 200 g, os produtores devem priorizar o crescimento e alimentar os peixes 3 a 4 refeições ao dia, em quantidades próximas à saciedade. Assim os peixes ficam menos tempo dentro de uma janela de tamanho susceptível à predação. Até esse tamanho a conversão alimentar ainda não pesa muito no custo final de produção. No entanto, mais de 80% de toda a ração do cultivo é usada com peixes na faixa de 200 g até o peso comercial de 1 kg ou mais. Nessa fase é importante equilibrar ganho de peso e conversão alimentar, para não elevar desnecessariamente o custo de produção. Geralmente esse equilíbrio é alcançado alimentando os peixes entre 70 e 80% do seu consumo voluntário. Ou seja, os peixes devem sempre ficar querendo mais em cada refeição.

**Tabela 6.** Efeito da taxa de alimentação diária sobre a conversão alimentar e o ganho de peso em tilápias vermelhas criadas em tanques-rede (Clark et al., 1990)

Taxa de alimentação	Conv. Alim.	GDP relativo	Custo de ração R\$/kg peixe
100% (tudo o que foi capaz de comer)	2,40	100,0%	4,56
90% do que comeria	2,10	98,2%	3,99
70% do que comeria	1,70	92,0%	3,23
50% do que comeria	1,60	61,3%	3,04

### Tamanho ideal de peletes para as tilápias

Tilápias são eficientes em filtrar pequenas partículas da água (microalgas e microcrustáceos). Embora elas possam colocar peletes de grande tamanho na boca, acabam tendo dificuldade para engolir-los, pois não possuem dentes capazes de triturar os grânulos de ração, que geralmente são duros. Muitos produtores acreditam que quanto maior for o tamanho dos peletes, menos energia será gasta pela tilápia na alimentação. Isso não funciona bem assim. Peletes demasiado grandes não são engolidos de imediato. São mantidos na boca umedecendo e amolecendo, sendo raspados e consumidos pouco a pouco. Com isso a alimentação se torna demorada e a ração fica mais tempo do que o necessário em contato com a água, causando considerável perda de nutrientes solúveis (vitaminas, proteínas, aminoácidos, minerais e carboidratos). Há relatos de que uma ração extrusada pode perder mais de 90% das vitaminas do complexo B e 50% da vitamina C após 20 minutos na água. Um estudo feito por Azaza et al., (2010) determinou o diâmetro ótimo dos peletes para juvenis de tilápia entre 3 e 20 g. Concluíram que peletes com cerca de 23 a 28% da largura da boca permitem maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar da tilápia. Embora os maiores peixes avaliados no estudo tivessem apenas 20 g, muito provavelmente a relação entre o tamanho ideal dos peletes e a largura da boca não deve variar muito com peixes maiores. Solicitei a alguns amigos técnicos e produtores que medissem a largura da boca de tilápias de diferentes pesos e, aplicando um valor médio de 25% da largura da boca, construí uma tabela com o que seria o tamanho ideal de peletes para a tilápia (**Figura 3**).

## NUTRIÇÃO E SAÚDE

### Suplementos nutricionais

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

## AERAÇÃO

### Difusores de ar

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



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

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

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

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

## QUALIDADE DA ÁGUA

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



### Disco de Secchi



### Testes individuais de análises de água

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



## CLASSIFICADOR DE PEIXES

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



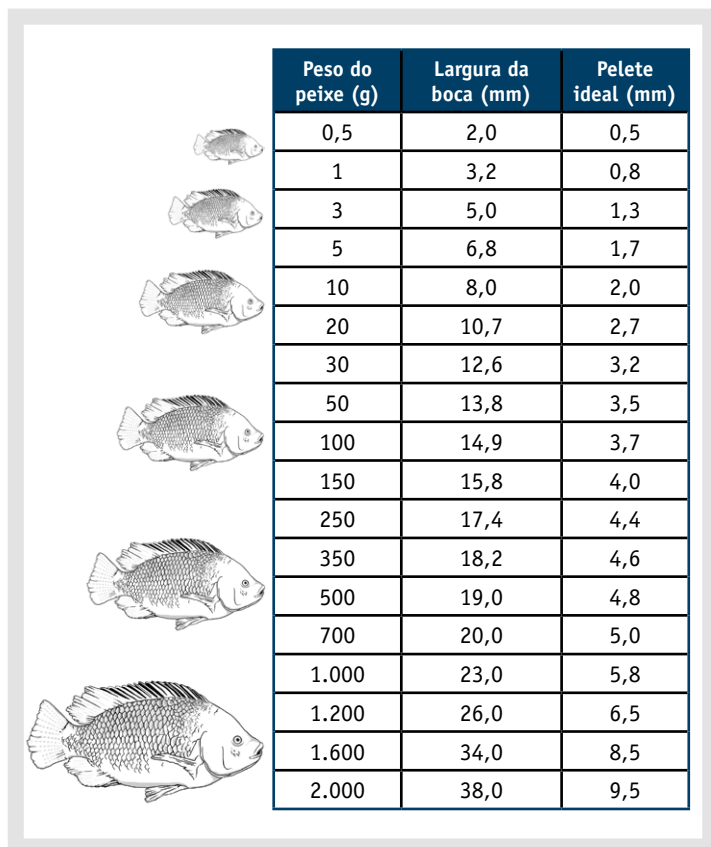
## PUBLICAÇÕES TÉCNICAS












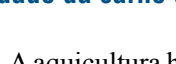
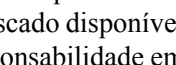
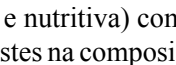
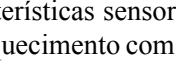
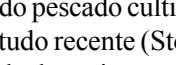
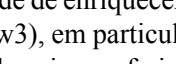
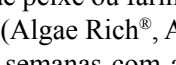


- Controle financeiro na aquicultura
- Fundamentos da piscicultura em sistemas de recirculação (apostila)
- Nutrição e alimentação dos peixes cultivados
- Planejamento da produção de peixes
- Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados
- Projetos Aquícolas: planejamento e avaliação econômica
- Saúde e manejo sanitário na criação de tilápias em tanques-rede
- Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões
- Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos
- Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial
- Transporte de peixes vivos



**Figura 3.** Ilustração do diâmetro ideal dos peletes para tilápias de diferentes pesos



	Peso do peixe (g)	Largura da boca (mm)	Pelete ideal (mm)
	0,5	2,0	0,5
	1	3,2	0,8
	3	5,0	1,3
	5	6,8	1,7
	10	8,0	2,0
	20	10,7	2,7
	30	12,6	3,2
	50	13,8	3,5
	100	14,9	3,7
	150	15,8	4,0
	250	17,4	4,4
	350	18,2	4,6
	500	19,0	4,8
	700	20,0	5,0
	1.000	23,0	5,8
	1.200	26,0	6,5
	1.600	34,0	8,5
	2.000	38,0	9,5

## Qualidade da carne da tilápia

A aquicultura hoje responde pela oferta de mais de 50% do pescado disponível para o consumo humano. Isso aumenta a responsabilidade em fornecer produtos com qualidade (sensorial e nutritiva) comparável aos produtos da pesca. Através de ajustes na composição das rações é possível alterar algumas características sensoriais (cor, sabor e textura) e nutricionais (enriquecimento com minerais e ácidos graxos específicos) da carne do pescado cultivado. Especificamente falando da tilápia, um estudo recente (Stoneham et al., 2018) demonstrou a possibilidade de enriquecer o filé com ácidos graxos da família w-3 (AG-w3), em particular o DHA e EPA, adicionando às rações óleo de peixe ou farinha de algas *Schizochytrium sp.* ricas em DHA (Algae Rich®, Alltech). Tilápias que foram alimentadas por 8 semanas com a ração contendo 8,8% de Algae Rich® apresentaram concentrações de AG w-3 próximas a 390 mg/100 g de filé, contra 350 mg no filé de peixes que comeram ração contendo 5% de óleo de peixe e apenas 130 mg no filé de tilápias que receberam a ração controle sem adição de AG w-3. Os AG w-3 são de especial benefício à saúde cardiovascular e cerebral do ser humano. Diversas agências de saúde no mundo recomendam um consumo diário da ordem de 250 a 500 mg de AG w-3 para indivíduos adultos. Essa demanda seria atendida através do consumo de 65 a 130 g de um filé de tilápia enrique-

cido com AG w-3, contra um consumo diário de 190 a 370 g de um filé de tilápia produzida com ração sem enriquecimento. Outro estudo demonstrou a possibilidade de enriquecer o filé de tilápia com o mineral selênio (Se), através do aumento na suplementação de fontes orgânicas ou inorgânicas de Se na ração. O Se é necessário para o adequado funcionamento do sistema imunológico nos seres humanos e animais. E também importante para a produção de hormônios da tireoide. Além disso, é essencial para a atividade normal dos espermatozoides. O selênio é componente de enzimas que protegem as membranas celulares da ação de substâncias reativas oxigenadas e radicais livres liberados durante um processo infeccioso ou inflamação. O aumento no consumo diário de Se parece estar associado com a redução do risco de ocorrência de câncer em seres humanos. Tilápias que foram alimentadas com ração enriquecida com selênio orgânico (Sel-Plex®, Alltech) ou com selênio inorgânico (selenito de sódio) na dose de 1 mg Se/kg de ração (4 vezes o nível de Se recomendado pelo NRC) apresentaram 25 ou 19 ug de Se/100 g de filé, respectivamente, contra 15 ug Se/100 g de filé em tilápias alimentadas com ração sem ou com uma suplementação de apenas 0,25 mg Se/kg (Nguyen et al., 2019). A fonte orgânica de selênio (Sel-Plex®) proporcionou níveis de Se no filé 32% maiores do que a fonte inorgânica (selenito de sódio). As agências de saúde recomendam que adultos ingiram diariamente 70 ug de Se. Assim, para satisfazer essa exigência diária de Se seria necessário o consumo de 280 g de filés de tilápia que foram alimentadas com rações enriquecidas com Se-orgânico a 1 mg/kg, contra 470 g de filés de tilápia que comeram ração suplementada com 0,25 mg Se/kg (nível de suplementação sugerido pelo NRC (2011) para peixes tropicais.

A identificação de substâncias e fatores de saúde possibilitarão um refinamento nutricional cada vez mais preciso das rações para a tilápia e outras espécies. Rações elaboradas para o fortalecimento dos mecanismos de defesa reduzirão consideravelmente as perdas de peixes hoje observadas nos cultivos. Os estudos nutricionais têm usado cada vez mais ferramentas da “nutrigenômica”, uma linha de investigação que verifica a influência de um determinado ingrediente, nutriente ou substância na expressão de genes que determinam o crescimento, resposta imunológica, ou mesmo características específicas da carne. Isso trará respostas mais completas sobre o benefício de ajustes na composição das rações e do uso de aditivos específicos. A indústria da nutrição animal no Brasil está hoje intimamente associada a grandes grupos com forte atuação nos principais países de tradição em aquicultura. A aquicultura brasileira é um mercado em constante crescimento e que interessa a um grande número de empresas que desenvolvem aditivos e soluções nutricionais e de saúde. Isso é bom para o nosso emergente setor, que já pode contar, em primeira mão, com os avanços em nutrição e saúde em aquicultura que se multiplicam diariamente pelo mundo. Aos profissionais e pesquisadores do setor aquícola no Brasil fica o desafio de acompanhar e, sem dúvida, contribuir cada vez mais com esses avanços. ■