



Panorama da **AQUICULTURA**



PEIXES HÍBRIDOS: **PRESENTE E FUTURO**

Camarão da Pesca ou de Cultivo?
Qual o mais saboroso?



E mais: Larvicultura e Alevinagem de Jundiá - A capacidade de suporte e a produção de peixes cultivados em reservatórios - Transporte aéreo de beijupirá - Melhoramento genético para a resistência às doenças - Notícias & Negócios - Calendário de eventos e muito mais...

Atualmente, existe uma crescente tendência para a produção sustentável de alimentos, principalmente em ambientes aquáticos onde os usos múltiplos devem ser considerados, para que a qualidade da água seja preservada. Neste contexto, todos os envolvidos na atividade aquícola devem definir e aplicar conjuntamente códigos de conduta e práticas de manejo ambientalmente responsáveis, que visem otimizar a utilização dos recursos hídricos, minimizando os impactos ambientais causados pela aquicultura. Dada a grande extensão de áreas alagadas em reservatórios brasileiros e o crescente cultivo intensivo de peixes em tanques-rede, torna-se necessário estimar adequadamente a produção máxima de pescados que pode ser produzida nesses ambientes, sem que haja alteração no ecossistema local e nas características limnológicas do corpo hídrico. Dessa forma, o desenvolvimento de ferramentas robustas para o cálculo da capacidade de suporte (ou capacidade suporte, como é também conhecida) do ambiente é de fundamental importância para que o Brasil possa planejar o desenvolvimento dessa modalidade de aquicultura e se consolidar como um dos grandes produtores mundiais de peixes culti-

vados em tanques-rede. Sendo assim, o artigo em questão, visa contextualizar o problema e mostrar as ferramentas disponíveis que podem ser utilizadas para se desenvolver a aquicultura de maneira sustentável, auxiliando na tomada de decisões dos atores envolvidos na atividade. Pelo fato dos reservatórios continentais serem ambientes dinâmicos, sujeitos às constantes ações antrópicas e ambientais, a discussão acerca da capacidade de suporte desses corpos d'água, deve fazer parte da agenda de todos os atores envolvidos com o setor, incluindo o governo, a iniciativa privada e os usuários dos recursos hídricos, de maneira geral. Portanto, devido à complexidade do assunto, o tema será dividido em duas partes. A primeira, aqui abordada, visa discutir o conceito de capacidade de suporte de ambientes aquáticos, apontando seus princípios, métodos, modelos utilizados, bem como suas aplicações e limitações, focando somente na produção aquícola em reservatórios continentais. Na segunda parte, a ser publicada na próxima edição, abordaremos o uso de outras ferramentas que vêm sendo utilizadas para o cálculo da capacidade suporte visando à produção de pescados em reservatórios.

A Capacidade de Suporte

PRODUÇÃO DE PEIXES CULTIVADOS EM RESERVATÓRIOS:

BASES CONCEITUAIS (Parte I)

Por:

Guilherme Wolff Bueno - MPA
Flávia Tavares de Matos - Embrapa Pesca e Aquicultura
Carla Canzi - Itaipu Binacional
Antônio Ostrensky - UFPR
Marcelo Barbosa Sampaio - Consultor
Rafael S.C. Barone - Neocorp Ltda.
Rodrigo Roubach - MPA
guilhermezoo@yahoo.com.br



Aquicultura encontra-se em franca expansão, apresentando grande potencial de mercado, ocupação e renda, além de ser uma das melhores atividades zootécnicas para investimento, dada à queda observada na produção do pescado do extrativismo. O cultivo de peixes em tanque-rede é a alternativa de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, que possibilitará um adequado aproveitamento destes recursos hídricos e a rápida expansão da piscicultura industrial no país. Apesar de ser considerada uma atividade promissora, o ordenamento da aquicultura sem uma avaliação adequada para o cálculo da produção máxima de pescados a serem produzidos nos grandes reservatórios do país, pode resultar em grande prejuízo ambiental, levando à extrapolação da capacidade de suporte do ambiente e, no outro extremo, a um inadequado aproveitamento das potencialidades de crescimento pelo setor. Paralelamente, para o crescimento ordenado e sustentável da aquicultura, esses dados são necessários para todo o processo de regularização da atividade realizado através do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, e que envolve diversos órgãos governamentais, como a Agência Nacional de Águas - ANA, a Marinha do Brasil, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, os Órgãos de Meio Ambiente e as Superintendências de Patrimônio da União nos Estados.

Capacidade de suporte

A metodologia atualmente usada e aceita para o cálculo da capacidade de suporte de reservatórios foi desenvolvida por Dillon e Rigler no ano de 1974 e, apesar de ser considerada ultrapassada pela maioria dos atores envolvidos na atividade, fornece resultados conservadores, sendo o único método aceito pela Agência Nacional de Águas e alguns órgãos de meio ambiente estaduais para a emissão de Outorgas e Licenças Ambientais. Nesse contexto, o desenvolvimento de técnicas e métodos para o cálculo da capacidade de suporte de corpos d'água são de extrema relevância para se garantir a sustentabilidade da atividade, não causando impactos ao meio ambiente e minimizando os conflitos de uso dos recursos hídricos. Paralelamente, o desenvolvimento de metodologias robustas auxiliará os órgãos envolvidos no processo visando a emissão de Outorgas e das Licenças, que são necessárias à regularização da atividade.

Devido à necessidade da utilização de séries históricas de dados climáticos e de qualidade de água, o auxílio das administradoras e concessionárias de empresas do setor elétrico, para a disponibilização de informações é de extrema relevância para o setor aquícola. Além

disso, as demais atividades desenvolvidas no reservatório e as próprias empresas de energia elétrica também se beneficiarão, pois com a disponibilização dos dados, o cálculo da capacidade de suporte será realizado com maior rigor, evitando-se a ocorrência de impactos ambientais causados pela aquicultura.

Pelo fato de serem considerados ambientes dinâmicos, sujeitos aos eventos ambientais e ações antrópicas, após a realização do cálculo e determinação da produção máxima de pescados em reservatórios continentais, as informações devem ser revistas e validadas periodicamente, no intuito de se garantir que os dados de produção não sejam ultrapassados e que o ambiente não seja degradado. Para isso, deve ser realizado um programa de monitoramento das áreas de cultivo de maneira frequente.

Apesar de receber várias definições, a “*Capacidade de Suporte*”, tem sido historicamente abordada por cientistas das mais diversas áreas como um indicador ambiental (Tabela 1). O termo, que começou a ser empregado na década de 1950, procura definir uma unidade de grandeza que estime a quantidade de determinado elemento ou de organismos que podem ser mantidos em um dado espaço ou ambiente, sem deteriorar ou modificar significativamente as características elementares desse ambiente.

O uso de indicadores da capacidade de suporte de ecossistemas aquáticos capazes de estabelecer medidas e cenários confiáveis à implantação de atividades e seu gerenciamento são fundamentais. Contudo, dados os aspectos dinâmicos do ambiente, tornam-se necessários estudos de longa duração que considerem os processos biogeoquímicos, as diferentes fontes, fluxos de água e materiais, indicadores biológicos, tendências de mudanças nos usos do entorno, além dos fatores climáticos. Scheffer (2006) considera que, de um modo geral, todos os ecossistemas do planeta se encontram em grau variado de alteração devido às ações

Tabela 1. Definições e conceitos sobre capacidade de suporte

Fonte	Definições
Allan (1949) apud Scheffer (2006)	Número máximo de pessoas que podem ser sustentadas permanentemente em uma área, com uma dada tecnologia e conjunto de hábitos de consumo, sem causar degradação ambiental.
ABNT (1973)	A capacidade que tem um corpo d'água de diluir e estabilizar despejos, de modo a não prejudicar significativamente suas qualidades ecológicas e sanitárias.
Word Bank (1978)	Capacidade de um corpo d'água de separificar da poluição orgânica.
Odum (1988)	Número máximo de indivíduos que um dado ambiente pode suportar.
Kashiwai (1995)	Medida de manutenção do ecossistema para uma determinada população ou ainda a assintota (máximo) da biomassa da população que o ecossistema suporta.
Folke et al. (1998)	Taxa máxima de consumo de recurso e lançamento de efluentes que pode ser sustentada indefinidamente sem afetar a integridade funcional e a produtividade dos ecossistemas.
Monte-Luna et al. (2004)	Limite de crescimento ou desenvolvimento de cada e de todos os níveis hierárquicos de integração biológica, começando com a população e moldada por processos e relações de interdependência entre recursos finitos e os consumidores deste recurso.
Starling et al. (2006)	Nível máximo de produção aquícola que um dado ecossistema pode sustentar sem extrapolar certos limites aceitáveis de indicadores de eutrofização.

PVC Alta Aderência

Maior durabilidade e produtividade.



A Belgo Bekaert Arames produz o melhor arame galvanizado plastificado, perfeito para fazer telas de alambrado de aplicação em Tanques Rede. Desenvolvido dentro da norma 10118 da ABNT, e com uma camada de PVC ALTA ADERÊNCIA, ele garante maior durabilidade, produtividade e lucro para o produtor.

Arame galvanizado plastificado da Belgo Bekaert Arames. Pura resistência com maior vida útil.

ONDE COMPRAR:

ARAMITA INDUSTRIAL (71) 3392.4211 SALVADOR/BA
BRASPEIXE (75) 3282.4716 PAULO AFONSO/BA
PLATINUM METAIS (85) 3023.3132 FORTALEZA/CE
SUL PESCA (45) 3252.7680 TOLEDO/PR
TANQUES REDE RHV (31) 3434.6147 BELO HORIZONTE/MG
TANREDE (35) 3521.9648 PASSOS/MG
TELAMARCK (17) 3233.8288 SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/SP
TELAS TRIÂNGULO (34) 3213.2347 UBERLÂNDIA/MG



Belgo Bekaert Arames

ArcelorMittal

BEKAERT
better together

Belgo Bekaert Arames - parceria da ArcelorMittal e da Bekaert.

Para melhor manejo do Tanque Rede, acesse www.belgobekaert.com.br

antrópicas, fator que dificulta ainda mais a avaliação de capacidade de suporte, tornando necessária a implementação de novos modelos e a adaptação de metodologias.

Por outro lado, toda a comunidade envolvida na produção aquícola deve assumir que a sustentabilidade da atividade está atrelada à capacidade de suporte do ambiente aquático e esta questão não envolve apenas o aspecto ambiental, pois também reflete diretamente na produtividade, na rentabilidade e na própria viabilidade da atividade. Assim, no intuito de haver uma abordagem sistêmica, é importante que haja incentivos para que as universidades e as instituições de pesquisa desenvolvam estudos a respeito das temáticas relacionadas à capacidade de suporte, como, entre outros:

- Digestibilidade do fósforo e proteína (nitrogênio) para as espécies de peixes cultivadas em tanques-rede;
- Análises e metodologias de dispersão de nutrientes e rações no ambiente de cultivo;
- Análises de avaliação de impactos causados às águas dos reservatórios decorrentes do uso e ocupação do solo, como a lixiviação de adubos químicos e orgânicos da agricultura e pastagens, descarga de efluentes domésticos e industriais não tratados e dejetos da pecuária.

Aliado a isto, somente através do emprego de ferramentas de monitoramento e gerenciamento do ambiente aquático em tempo real, se poderá garantir a consistência e qualidade dos dados gerados. Concomitantemente, produtores e empreendedores, fábricas de rações, agências regulatórias, e instituições de ensino e pesquisa devem definir códigos de conduta e práticas de manejo ambientalmente responsáveis para a piscicultura.

Características Gerais dos Reservatórios Artificiais

Desde o início da civilização moderna, os seres humanos vêm alterando e transformando zonas húmidas, lagos, lagoas, córregos e rios, de forma a adaptá-los às próprias necessidades. Levantamentos realizados no Oriente Médio e na Ásia indicam que os reservatórios são obras de engenharia que vêm sendo construídas há pelo menos 5.000 anos (Petts, 1984).

No Brasil, salvo algumas exceções, os grandes reservatórios têm sido construídos com o objetivo principal de acumular água para a geração de energia elétrica. Nessa condição, esses reservatórios apresentam características importantes, que os diferem bastante de ambientes naturais, como lagos e lagoas. Segundo Tundisi e Tundisi (2008), uma diferença importante é que as represas apresentam gradientes longitudinais muito bem característicos e acentuados, nos quais se distinguem três regiões:

- 1) região sob influência dos rios tributários;
- 2) região transicional, que funciona como um intermediário entre rio e lago e,
- 3) região de caráter mais lacustre, sujeita às ações da abertura dos vertedouros e das turbinas.

Outra diferença fundamental é que a circulação de água nos reservatórios é basicamente uma consequência do processo de operação das empresas geradoras de eletricidade e, no caso brasileiro, do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).



Base de pesquisa de desenvolvimento de tecnologia para piscicultura em tanques-rede da Itaipu/Unioeste no reservatório de Itaipu.

Foto: Guilherme Bueno

Essa operação, por sua vez, afeta não apenas as questões físicas (hidrodinâmicas) relacionadas aos reservatórios, mas também toda ecologia, todos os processos de poluição e de descontaminação de um reservatório. Por exemplo, a sucessão das populações de fito e de zooplâncton no espaço e no tempo, tanto horizontal quanto verticalmente, depende da circulação de água. Da mesma forma, os fluxos hidrodinâmicos e o tempo de retenção de água em um braço ou reservatório afetam diretamente os ciclos de vida e a reprodução das espécies maiores, dentre as quais os peixes, além de afetar o transporte de substâncias tóxicas e de nutrientes como carbono, nitrogênio e fósforo (Tundisi et al., 1988).

Para tornar ainda mais complexo esse cenário, muitos dos reservatórios existentes no país se sucedem em cascata em um mesmo rio, fazendo com que tudo o que aconteça em um reservatório influencie, em maior ou menor grau, os processos bióticos e abióticos que ocorrem nos reservatórios seguintes (Straskaba e Tundisi, 1999). Reservatórios situados em cascata, como é o caso de muitos sistemas localizados nos principais rios do Sudeste do Brasil, interferem sucessivamente na distribuição e na reprodução dos organismos, nos ciclos biogeoquímicos, na circulação daqueles à jusante, produzindo novos padrões hidrodinâmicos, químicos e biológicos (Straskaba e Tundisi, 1999). Assim a variação no tempo de retenção estabelece padrões horizontais diferenciados em represas de uma forma mais dinâmica da que ocorre nos lagos.

Usos Múltiplos e o Processo de Eutrofização dos Reservatórios

Todo mundo sabe que a água é um elemento essencial para a vida na Terra. O que às vezes as pessoas não se dão conta é que seu uso vai muito além de servir como nutriente para a manutenção do nosso equilíbrio fisiológico, ao nosso banho diário ou nas nossas cozinhas. A água está presente nas mais diversas formas, passando pelo boi que vai virar bife, pela tinta que usamos para pintar



maltaCleyton[®]
Especialista em Nutrição



API-PEIXE



BENEFÍCIOS

- Maior produtividade por área;
- Melhor taxa de conversão alimentar do mercado;
- Desenvolvimento de animais mais uniformes em peso e tamanho desde as fases iniciais;
- Menos impacto ambiental/melhor aproveitamento do viveiro.

Tecnologia e Nutrição que você merece.


maltaCleyton[®]
Especialista em Nutrição

SAC 
0800 771 3140
sac@maltacleyton.com.br
www.maltacleyton.com.br



nossas casas, pelo papel que usamos para escrever, pelo carro que se tornou “indispensável” no nosso dia a dia, pela lâmpada que acende quando apertamos o interruptor e até para fabricação dos computadores e “smartphones”.

Os ambientes de água doce, por sua vez, são utilizados para atividades tão variadas quanto o abastecimento de água, a descarga de resíduos, a geração de energia, a irrigação, o controle de inundações, a navegação, a pesca, a aquicultura, etc. Por isso, assegurar a qualidade e a disponibilidade hídrica, apesar das intensas pressões antropogênicas geradas e demanda cada vez maior pela água, é um imenso desafio para toda a sociedade e ajuda a explicar – pelo menos em certa medida – porque há tantas exigências para se conceder licenças ambientais para a aquicultura.

Um dos problemas que a legislação busca evitar é a eutrofização das águas. Segundo Henry et al. (1983), a eutrofização antrópica em reservatórios - fenômeno que os autores chamam de “cultural” - é causada principalmente pelos despejos de esgotos domésticos e de efluentes industriais nos corpos d’água, pela lixiviação de nutrientes a partir de atividades agrícolas e pela decomposição da matéria orgânica proveniente da vegetação remanescente antes do alagamento, que cria condições para o crescimento descontrolado das populações de plâncton, aumentando as taxas de fotossíntese e de respiração, levando ao processo de deterioração da qualidade d’água. Ela é considerada uma das principais modificações provocadas pelo homem nos ambientes aquáticos (Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010).

Os nutrientes, particularmente o nitrogênio e o fósforo, têm relação direta com a eutrofização das águas. Ambos estão presentes nos principais ciclos biológicos, sendo componentes do DNA de vegetais, animais e de bactérias e elementos essenciais para o seu crescimento. Por outro lado, seu excesso conduz ao processo de eutrofização, com conseqüente proliferação de cianofíceas (Quadro 1), fitoplâncton, algas e de macrófitas (plantas aquáticas superiores), podendo interferir e até prejudicar os múltiplos usos da água.

Apesar de poder ocorrer também em rios, a eutrofização é um fenômeno tipicamente observado em lagos e represas, onde as condições ambientais decorrentes da turbidez e da velocidade mais baixa das águas são mais favoráveis ao aparecimento de algas e outros organismos que possuem clorofila (Von Sperling, 2005).

De acordo com Beyers e Odum (1995), a eutrofização também é um dos estados da sucessão natural dos ecossistemas aquáticos, a medida que o aporte de nutrientes inorgânicos vão se acumulando. Assim, há um desenvolvimento cada vez maior das populações de fitoplâncton, observando-se com frequência o florescimento de algas (Wetzel, 1993). Algumas de suas principais conseqüências são:

- Anóxia (ausência de oxigênio dissolvido) no fundo ou até mesmo em toda a coluna d’água, o que resulta na liberação de gases tóxicos com odores desagradáveis e que podem causar a morte de peixes e de invertebrados;
- Florescimento de algas e crescimento incontrolável de outras plantas aquáticas;
- Produção de substâncias tóxicas por algumas espécies de cianofíceas;
- Aumento das concentrações de matéria orgânica;
- Deterioração do valor recreativo dos reservatórios devido

à diminuição da transparência da água;

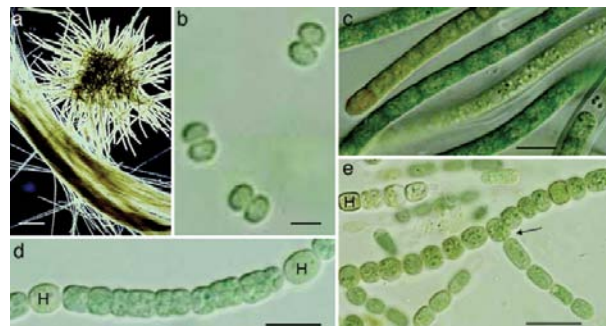
- Diminuição da atividade pesqueira e das atividades recreativas, devido ao acúmulo de plantas aquáticas;
- Diminuição da biodiversidade (menor número de espécies de plantas e animais);
- Diminuição da produção de peixes causada pela depleção de oxigênio na coluna d’água.

Quadro 1. As cianofíceas

Apesar de serem chamadas de algas azuis, as cianofíceas, também conhecidas como cianobactérias, não podem ser consideradas nem algas e nem bactérias comuns e, muitas vezes, nem mesmo azuis elas são. São seres procariontes (bactérias sem membrana nuclear), porém com um sistema fotossintetizante semelhante ao das algas, ou seja, são, na verdade, bactérias fotossintetizantes.

As cianobactérias podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave, entretanto, é que algumas cianobactérias são capazes de liberar toxinas que podem intoxicar tanto as pessoas que consomem água com tais toxinas, quanto provocar a morte de peixes e de outros organismos aquáticos.

A proliferação de cianobactérias está relacionada à vantagem competitiva que elas apresentam em relação a outros grupos de fitoplâncton quando há excesso de fósforo disponível na água (Castelo Branco, 1991; Paerl e Tucker, 1995).



Exemplos de cianofíceas vistas ao microscópio óptico: (a) *Trichodesmium thiebautii* (filamentosa e colonial); (b) *Synechococcus* (unicelular); (c) *Symploca* (filamentosa); (d) *Nostoc* (filamentosa e heterocística - H); (e) *Fischerella* (filamentosa, heterocística - H e ramificada - seta). Fonte: Cox et al (2005).

Ultimamente, tem se observado um aumento contínuo no lançamento de nutrientes - principalmente de nitrogênio - que provocam a eutrofização dos ambientes aquáticos (Horne e Goldman, 1994). Isso tem ocorrido devido ao aumento do uso de fertilizantes nas bacias hidrográficas, ao aumento da população humana, à elevação do grau de urbanização sem a devida correspondência em termos de tratamento de esgotos domésticos e à intensificação das atividades industriais. Ao mesmo tempo, o uso múltiplo tem se intensificado, tornando muito complexo o gerenciamento de represas e de bacias hidrográficas.

Controlar as concentrações de nitrogênio é um processo caro, pois requer muita energia, uso de produtos químicos e equipamentos especializados. Além disso, determinados

Imagens não conseguem transmitir toda a qualidade de uma embarcação



Por isso a **Marine Equipment** trouxe ao Brasil duas embarcações modelo **WORKBOAT** para cargas de 2,5 e 4 toneladas para demonstração de uso. Uma está em Florianópolis e a outra em Ubatuba.

Esta embarcação oferece a melhor navegação da categoria. É segura, estável, forte e tem grande capacidade de carga.

Várias empresas de aquicultura, pesca e turismo já navegam com estas embarcações, com os equipamentos e customizações que tornam cada uma única. Após alguns meses de uso, essas empresas confirmam a redução de até 15% ou mais nos custos de transporte e operação na água.

Confira os preços de lançamento e as condições de aquisição da linha de embarcações da **Marine Equipment** no Brasil. O teste de uso está disponível para Florianópolis, Ubatuba e regiões próximas a essas cidades.

Embarcação OT 82					Propulsão								
Metros			Toneladas		Motorização			CV		Velocidade cruzeiro com 70% carga/nós		Velocidade máxima/nós	
Comp.	Larg.	Pontal	Capacidade carga	Peso do casco	Popa	Rabeta	Centro	Potência 1	Potência 2	Potência 1	Potência 2	Potência 1	Potência 2
8,2	2,5	0,95	4	0,9	x	x	x	50	95	7	9	10	14

arco w

Agende seu teste de navegação e faça sua encomenda.

 **marine equipment**

www.marineequipment.com.br • (55 48) 3371 4300 • contato@marineequipment.com.br



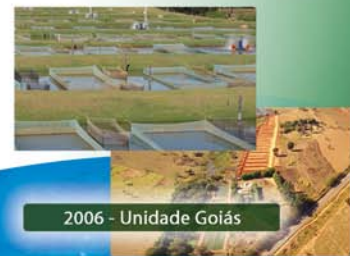
A MAIOR EMPRESA DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO BRASIL



- MELHORAMENTO GENÉTICO PELO DNA
- MARCADOR ELETRÔNICO DE REPRODUTORES
- SUPREME TILÁPIA: EXCLUSIVIDADE AQUABEL*



1994 - Unidade Paraná



2006 - Unidade Goiás



2002 - Unidade São Paulo



2008 - Unidade Mato Grosso do Sul

www.aquabel.com.br | aquabel@aquabel.com.br

43|3255 1555

AQUABEL Orç. em D. Tilapia



Área aquícola poluída com floração de algas no reservatório de Capivara (rio Paranapanema-PR/SP).

Foto: Guilherme Bueno

microorganismos, incluindo as cianobactérias, conseguem fixar o nitrogênio diretamente da atmosfera, o que dificulta ainda mais o seu controle. Como a remoção de outros nutrientes, como metais, pode perturbar a ecologia local, especialmente de plantas aquáticas, limitar a concentração de fósforo é o meio mais prático de impedir o crescimento do fitoplâncton e, particularmente, das cianobactérias.

Os ecossistemas sobrevivem por trocar matéria e energia com suas vizinhanças, as quais também necessitam destas trocas, pois são igualmente parte de sistemas ecológicos. Essas trocas (entradas e saídas) se dão em forma de fluxos, que devem ser bem caracterizados para determinar o grau de importância e o mecanismo de atuação dos mesmos.

De acordo com Tundisi (1999), através do conhecimento do diagrama de fluxos de funcionamento do reservatório e da hierarquia dos fatores que nele atuam, podem-se propor sistemas de gerenciamento com o objetivo de manter a qualidade da água dentro das condições desejadas que tenham características semelhantes ao ambiente natural. A hierarquia, dentro de um contexto ecológico, significa interação com o ambiente físico (energia e matéria) dentro de um gradiente (escala), produzindo os sistemas funcionais característicos ou níveis de organização (Odum, 1988).

A energia é o fator mais relevante para analisar um ecossistema, e o conceito de fluxo de energia proporciona não somente meios para comparar diversos ecossistemas, mas também possibilita uma avaliação relativa de cada componente do sistema (Odum, 1988).

Capacidade de Suporte em Águas Continentais

Dada a complexidade e a fragilidade desses ambientes que são os reservatórios, fica claro que é muito importante o uso pelos gestores públicos de ferramentas que possam, não só estimar previamente a capacidade de suporte desses ecossistemas aquáticos, como desenvolver ferramentas eficazes no monitoramento e gestão desses ambientes.

A partir do estabelecimento da capacidade de suporte, por sua vez, é possível estabelecer medidas e cenários confiáveis à implantação de atividades produtivas e planejar seu gerenciamento. Mas, esse está longe de ser um processo fácil ou

mesmo rápido. Os sistemas aquáticos são muito complexos e, ainda que muitas vezes não consigamos observar, estão em constante estado de alteração. Há sempre múltiplos usuários dividindo um mesmo ambiente, diferentes fontes potenciais de poluição, diferentes eventos climáticos acontecendo e diferentes pressões antropogênicas agindo simultaneamente sobre esses ambientes.

Por outro lado, os ecossistemas aquáticos possuem o que os especialistas chamam de “resiliência”, que é o poder de se recuperar de uma determinada agressão e retornar ao estado em que se encontravam anteriormente. Essa característica confere uma certa estabilidade e uma capacidade de resistência diante do estresse causado por atividades antrópicas e se manifesta através de processos físicos, químicos e biológicos, como a diluição, a sedimentação, a oxidação da matéria orgânica, e a ação direta dos organismos vivos (Tundisi e Tundisi, 2008). Esses fatores, aliados às características morfológicas e hidráulicas de cada ecossistema, irão influenciar decisivamente na capacidade de suporte do sistema aquático em receber cargas de nutrientes.

Em geral, os modelos utilizados para determinação da capacidade de suporte dos ecossistemas dão como resposta a carga de lançamento pontual ou difusa que pode entrar no sistema, sem que ocorra prejuízo para a flora e a fauna que o habitam, ou ainda podem também visar à economia do tratamento exigido, por exemplo, aqueles utilizados nas Estações de Tratamento de Esgoto/ETE's, respondendo qual o percentual de tratamento é necessário para que o corpo receptor possa por si só depurar (Starling et al., 2002).

No entanto, existe muita dificuldade em conhecer com precisão as cargas pontuais e difusas, tanto na quantidade como na qualidade, para que possa fazer um balanço de massa adequado dentro dos modelos de capacidade de suporte (Salati et al., 2002). Autores como Vollenweider (1968), Salas et al. (1990), Beveridge (2004), consideram que a estimativa da capacidade de suporte pode ser feita com base em modelos que predizem as respostas do ambiente frente aos aumentos das cargas de nutrientes que entram no sistema, principalmente as cargas de fósforo e de nitrogênio. Aliás, a premissa básica de parte dos modelos usualmente utilizados é que a abundância algal (fitoplâncton e macrofitas), é correlacionada ao fósforo (P), que é o fator limitante ao crescimento da biomassa algal. Logo, os modelos também estão correlacionados ao grau de trofia do ambiente. Uma diferenciação entre os principais graus de trofia de reservatórios é apresentada na Tabela 2.

Os critérios apresentados na Tabela 2 são, entretanto, subjetivos. Já na Tabela 3, baseada em dados de Von Sperling (1994), essa classificação é feita somente a partir das concentrações ambientais de fósforo, desconsiderando-se as demais variáveis ambientais. O grande problema, neste caso, é que essa simplificação nem sempre reflete as condições reais de um reservatório, pois não considera as interações físico-químicas e biológicas que ocorrem constantemente em um reservatório e nem as peculiaridades regionais.

Aquatec

Larvicultura de
Camarão Marinho



22 ANOS

Inovação Tecnológica com **Certificação** de qualidade

- Disponibilidade de 2 produtos, fruto de melhoramento genético contínuo: Speed Line BR e Speed Line SPF.

- Projeto Piloto para testar eficiência da Speed Line SPF em densidades de 100 a 150 cam/m².

- Caminhões próprios para entregas de pós-larvas em distâncias longas, seguindo protocolos específicos que garantem alta sobrevivência de transporte e biossegurança.

- Certificação internacional pela ACC desde 2005, que reafirma a qualidade de nossos protocolos, cuidados com nossos funcionários, clientes, comunidades locais, meio ambiente e o bem-estar do camarão.



PRODUTOS:

Pós-larvas de camarão marinho *L. vannamei* nas apresentações:

- SpeedLine BR-PI5
- SpeedLine BR-PI10
- SpeedLine BR-PI20
- SpeedLine SPF-PI20

VENDA E PÓS-VENDA

- Ciclos de produção contínuos.
- Entregas diárias (segunda a sábado) para qualquer estado.
- Aclimação para salinidades de 2 a 42‰.
- Vendedores atuantes (Piauí a Bahia), acompanham o pedido desde a programação, no povoamento nas fazendas, crescimento nos viveiros e despescas, dando suporte técnico.

A forma como a pós-larva é entregue, é tão importante quanto o manejo da produção. Nossas embalagens não retornáveis, evitam o estresse do animal, bem como impedem a entrada de patógenos ou vetores no destino. Motoristas treinados para conduzir carga viva, caixas isotérmicas preparadas para facilitar a aclimação.

Vendas :

+55 (84) 3241-4279

www.aquatec.com.br

Item	Classe de trofia				
	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Biomassa	Bastante baixa	Reduzida	Média	Alta	Bastante alta
Fração de algas verdes e/ou cianofíceas	Baixa	Baixa	Variável	Alta	Bastante alta
Macrófitas	Baixa ou ausente	Baixa	Variável	Alta ou baixa	Baixa
Dinâmica de produção	Bastante baixa	Baixa	Média	Alta	Alta, instável
Dinâmica de oxigênio na camada superior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável em torno da supersaturação	Freqüentemente supersaturado	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Dinâmica de oxigênio na camada inferior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável abaixo da saturação	Abaixo da saturação à completa ausência	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Prejuízo aos usos múltiplos	Baixo	Baixo	Variável	Alto	Bastante alto

Tabela 2. Classe trófica relacionada às características do ambiente

Fonte: Adaptado de Vollenweider apud Scheffer, 2006.

Em lagos e reservatórios tropicais a quantificação do nível trófico é ainda mais difícil, dado a dinâmica e interação dos processos. Na Tabela 3 é apresentada uma interpretação em termos de concentração de fósforo total, baseada em dados de Von Sperling (1994).

Outra questão que deve ser levada em consideração é o uso preponderante que se faz do ambiente. Uma água pode ser considerada adequada sob o ponto de vista ecológico, mas não adequada em termos higiênicos ou sanitários, por exemplo. Por esse motivo, os estudos de capacidade de suporte deveriam ser relacionados sempre aos usos preponderantes a que se destina cada trecho de um corpo d'água (PNRH 9433/97). Porém, de uma forma em geral, a legislação brasileira é bastante inflexível em relação a isso. A aquicultura, bem como as demais atividades antrópicas, devem se submeter ao disposto na Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Recentemente, em 13 de Maio de 2011, foi publicada a resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, que complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Em seu capítulo I, no artigo 4, define-se “Capacidade de suporte do corpo receptor”, como o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento. No documento, é informado no artigo 7º, que ao órgão ambiental competente poderá exigir, nos processos de licenciamento ou

Tabela 3. Faixas aproximadas de valores de fósforo total e o grau de trofia de reservatórios

Classe de trofia	Concentração de fósforo total na represa (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	< 10 – 20
Mesotrófico	10 – 50
Eutrófico	25 – 100
Hipereutrófico	> 100

Fonte: Dados apresentados por Von Sperling 1994, apud Scheffer, (2006).

de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte do corpo receptor. Segundo a legislação o estudo de capacidade suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

A Piscicultura e sua Influência na Capacidade de Suporte de Reservatórios

A piscicultura é uma das atividades zootécnicas que mais cresce no país e com potencial para crescer ainda mais, principalmente quando se constata que os cultivos de peixes em tanques-rede realizados em reservatórios se tornam cada vez mais frequentes em todo o território nacional. Nesse caso, os estudos de capacidade de suporte são importantes não apenas para cumprir a legislação, mas para diminuir os riscos de comprometimento da sustentabilidade ambiental, técnica e econômica da atividade.

A piscicultura afeta a capacidade de suporte de um determinado reservatório na medida em que os nutrientes, particularmente o nitrogênio e o fósforo, provenientes da ração não consumida pelos peixes cultivados, suas excretas e dejetos irão se mineralizar e se somar aos nutrientes já existentes no reservatório, e que estando acima da capacidade de depuração do ambiente aquático, poderá causar a eutrofização desse ambiente (Figura 1). Nesse contexto, para o ordenamento e a sustentabilidade da atividade, o estudo dos diversos parâmetros que se relacionam ao processo de eutrofização são ferramentas que auxiliam no cálculo da capacidade de suporte, tornando-se medidas obrigatórias para a implementação da atividade.

O Impacto Ambiental das Rações na Aquicultura

A Aquicultura no Brasil em 2010 apresentou um crescimento de 43,8% em relação ao ano de 2007 com uma média de produção em 415.649 mil toneladas/ano (MPA, 2010). Somente a produção de tilápias, entre 2003 a 2009, cresceu 105%, saindo de 64.857 para 132.957 mil toneladas/ano, respectivamente (MPA, 2010).

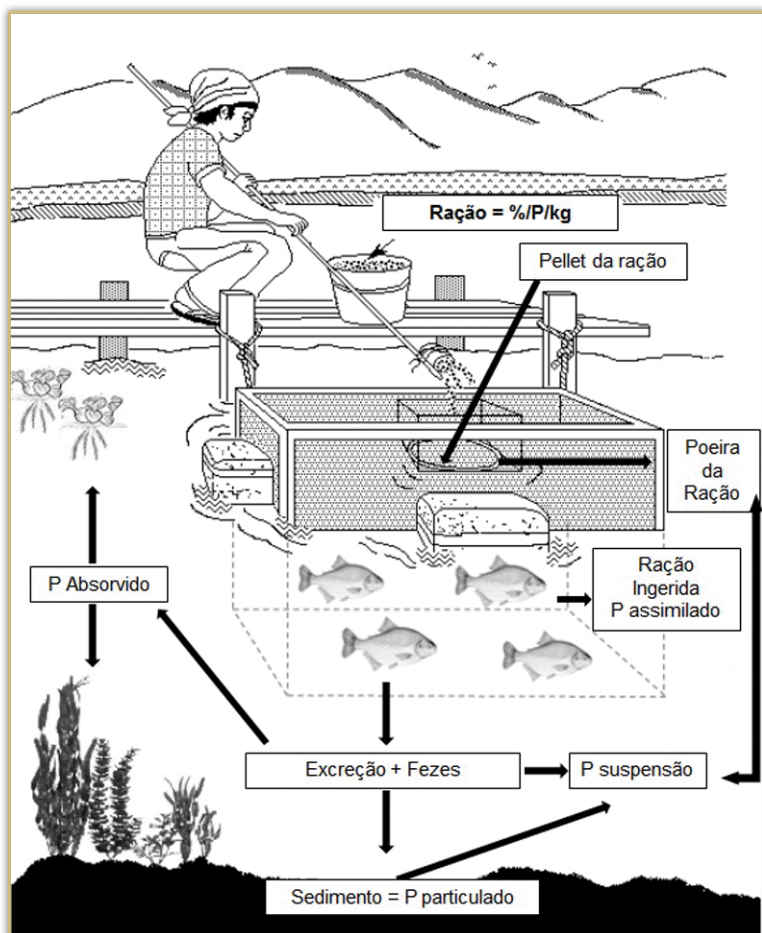


Figura 1. Representação das principais perdas de P (fósforo orgânico) para o meio aquático em decorrência da criação intensiva de peixes em tanques-rede em ambiente de clima temperado (adaptado de Beveridge, 2004)

O aumento da produtividade trará benefícios ao setor aquícola em todos os elos da cadeia produtiva do pescado. Entretanto, este crescimento deve ser direcionado com o intuito de dar subsídios para a prática sustentável da atividade, onde a aquicultura possa promover o desenvolvimento suprindo as necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras (Pillay, 1992).

A aquicultura brasileira devido ao potencial hídrico do Brasil, produção de insumos e incentivo do setor, está se profissionalizando e os modelos produtivos adotados estão baseados em sistemas intensivos os quais utilizam alimentos industrializados (rações) como a principal fonte de nutrientes para os peixes. Segundo Andrade et al., (2005) estas podem representar 52% ou mais dos custos de produção e devido à competitividade do mercado aquícola, os produtores optam em adquirir rações menos onerosas, que podem comprometer a qualidade da dieta e o desempenho de crescimento dos peixes. Isto acarreta na deficiência da utilização dos ingredientes das rações pelos peixes, que não suprem suas exigências, retardando o tempo de cultivo e aumentando a excreção de metabólitos ao meio ambiente.

Há uma relação clara entre o potencial

poluente das rações e as taxas de conversão alimentar dos peixes cultivados. Quanto melhor for a conversão de uma ração em carne, menor será o seu potencial poluente. A quantidade de nitrogênio e fósforo retida pelos peixes é bastante baixa, variando de 14 a 33%, no caso do nitrogênio e de 10 a 30% no caso do fósforo (Guo e Li, 2003; Beveridge, 2004; Bueno 2011). Mesmo rações de altíssima qualidade não possibilitam a retenção de mais que 40 a 45% dos nutrientes aportados através das dietas.

Uma projeção do potencial poluente de diferentes rações no sistema de cultivo de tilápia foi apresentada por Kubitzka (1999), o qual estima os resíduos gerados para produção de uma tonelada de tilápia em tanques-rede utilizando cinco rações diferentes (Tabela 4).

A Tabela 4 mostra que o potencial poluidor de cada ração pode variar muito. Mas, a questão da contribuição dos aportes de nutrientes através da aquicultura vai além da simples composição das rações.

Esta relação da qualidade da ração e a eficiência no aproveitamento do fósforo das dietas pelas tilápias podem ser observadas na Tabela 5, a qual é possível verificar que o emprego de determinados ingredientes pode ocasionar o aumento nos efluentes devido à diferença no aproveitamento do fósforo e de acordo com sua fonte. Contudo, há evidência que o uso de ingredientes de melhor qualidade pode proporcionar uma eficiência na assimilação dos minerais pelos peixes, diminuindo os efluentes e auxiliando na manutenção da capacidade de suporte do ambiente aquático.

Segundo Johansson et al. (1998), a emissão de fósforo proveniente de cultivos de peixes em tanques-rede, diferencia-se das demais entradas de fósforo no ambiente devido à sua distribuição física, temporal e à sua disponibilidade biológica. Tais diferenças afetam a taxa de sedimentação, a remoção de fósforo nas diferentes estações do ano, a remoção de fósforo pela pesca e pelos pássaros piscívoros, o consumo de fósforo pela ictiofauna associada aos tanques-rede, pelos organismos bentônicos, pelo fitoplâncton, pelo zooplâncton e pelas bactérias.

Tabela 4. Estimativa da quantidade de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e fósforo (P) aplicadas via ração e lançadas no ambiente, na forma de resíduos fecais e metabólitos, durante a produção de 1.000 quilos de tilápia em tanques-rede

Ração	Aplicados via ração (kg)			Lançados no ambiente (kg) ¹			Retenção no peixe (%) ¹			Potencial Poluente Relativo		
	MS	N	P	MS	N	P	MS	N	P	MS	N	P
1	1.272	73	13	992	49	9	22,0	33,1	30,1	100	100	100
2	1.466	71	14	1.186	47	10	19,1	33,8	29,4	120	98	103
3	1.726	106	22	1.446	82	18	16,2	22,7	18,0	146	146	196
4	2.089	114	23	1.809	90	19	13,4	21,0	17,4	182	157	204
5	2.278	144	39	1.998	120	35	12,3	16,7	10,4	201	199	371

¹Estimativa da quantidade de MS, N e P lançados no ambiente e retirada nos peixes, considerou-se que 1.000 quilos de peixe *in natura* contém 280 kg de MS, 24 kg de N e 4 kg de P. Estes valores estão sujeitos a variações em função da idade dos animais e composição das rações. Fonte: Kubitzka (1999).

Tabela 5. Estimativa da quantidade de fósforo total excretado via resíduos fecais de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em ambiente com temperatura média de 25°C, alimentados com dietas contendo 0,8% de fósforo total de diferentes fontes na ração

Tratamentos	Estimativa para produzir uma tonelada de tilápia	
	Retenção (kg de P/t de peixe)	Efluente (kg de P/t de peixe)
Fosfato bicálcico	10,05	1,95
Farinha de carne e ossos	7,64	4,36
Farinha de vísceras	8,81	3,19
Farinha de anchoveta	9,33	2,67
Farinha de Tilápia	9,03	2,97
Farinha de ossos calcinada	7,45	4,55

Fonte: Bueno (2011)

Os mesmos autores estimaram que o peso úmido de fósforo na carcaça de trutas cultivadas fica, em média, em torno de 0,4% e 0,9% do total da ração empregada. Assim, para uma produção anual de 500 toneladas de peixes, uma taxa de conversão alimentar de 0,95 (475 toneladas de ração), teríamos, por exemplo, a emissão anual de 4,5 kg de fósforo por tonelada de peixe produzido, o que totalizaria 2,3 toneladas de fósforo por ano (475 t x 4,5 kg de fósforo por ano), correspondendo a 53% do fósforo presente na ração.

A Figura 2 mostra um desenho esquemático de um balanço de massa para análise dos fluxos de fósforo realizado por Johansson et al. (1998) expressos em toneladas ao ano (A) e porcentagem (B).

Beveridge (2004) ressalta que os efeitos da perda do fósforo para o ambiente aquático por meio das rações utilizadas no cultivo intensivo de peixes em lagos de clima temperado consistem em 67% (Figura 1). Guo e Li (2003) ao realizarem um experimento no lago Niushanhu, na bacia do rio Yangtze na China, ambiente de pouca profundidade, verificaram

que a taxa de utilização da dieta por peixes cultivados em sistemas intensivos é de 14,8% para o nitrogênio e de 11% para o fósforo. Portanto, o uso de alimentos e rações de qualidade, o adequado manejo nutricional dos peixes, definirá a alteração ambiental causado pela piscicultura, em proporção direta com a intensificação dos sistemas de produção.

Decomposição de rações extrusadas não consumidas pelos peixes

Foto: Guilherme Bueno

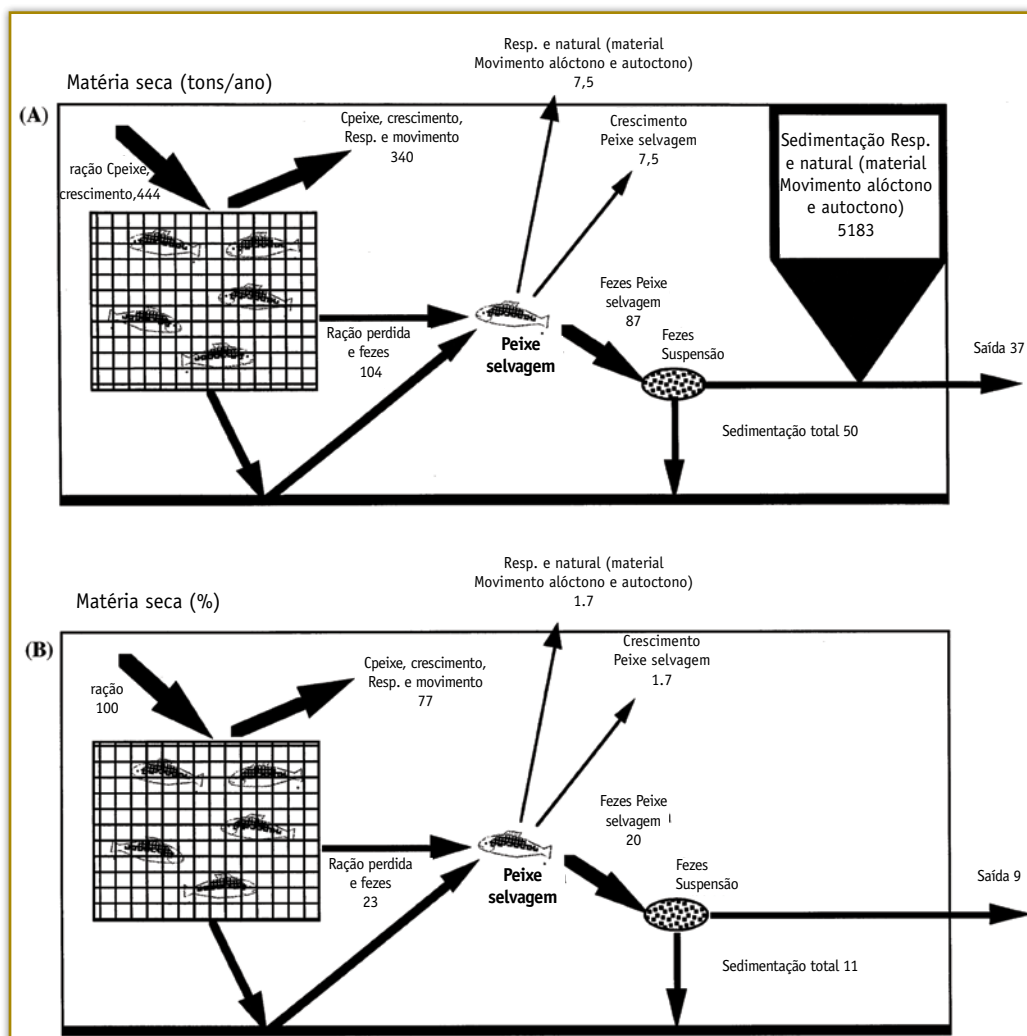


Figura 2. Balanço de massa realizado no Lago Southern Bullaren com a produção de 500 toneladas de peixe por ano. (A) Fluxos em toneladas na matéria seca por ano; (B) Fluxos em porcentagem na matéria seca da ração fornecida. Fonte: Johansson et al. (1998).

REGISTRO DO AQUICULTOR

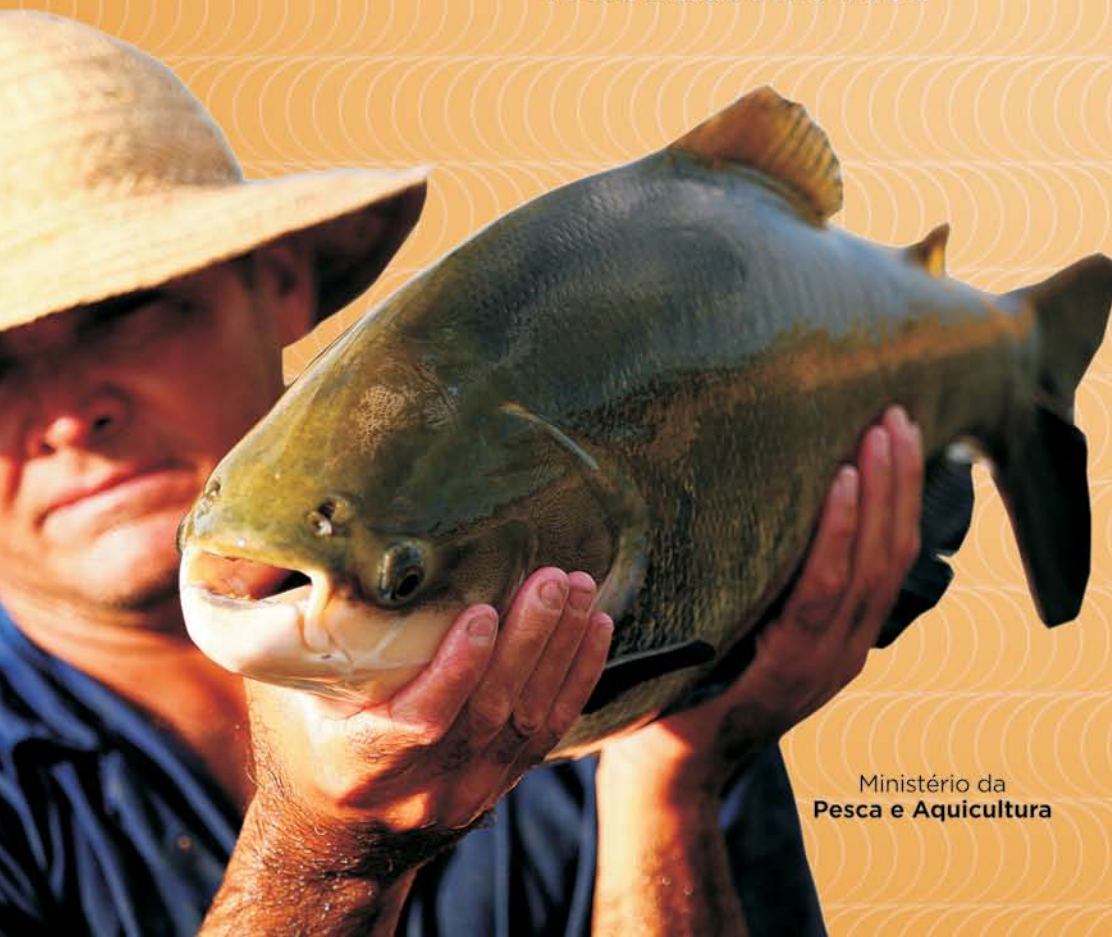
Um grande passo para fortalecer a aquicultura brasileira

O Registro agora está mais simples e moderno. A partir de 19 de Julho, o seu requerimento poderá ser feito pela internet. Os documentos necessários poderão ser encaminhados para a Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura no seu estado. Com o aquicultor registrado no Ministério da Pesca e Aquicultura vamos fortalecer o setor aquícola e juntos fazê-lo crescer. Assim, o Brasil dá um grande passo para produzir mais peixes para mais brasileiros.

O formulário de requerimento de Registro de Aquicultor está disponível no site www.mpa.gov.br

Procure a Superintendência do MPA
no seu estado e informe-se.

Aquicultor,
registre-se



Para mais informações:
www.mpa.gov.br

Reforçando esta ideia, Cyrino et al. (2010) citam que se o aumento da produtividade é a meta principal dos nutricionistas, a formulação de dietas de impacto ambiental mínimo deve ser sua obsessão, uma vez que a deteriorização da qualidade da água nos sistemas de produção, além do ambiente, também afeta negativamente o desempenho dos peixes e, por consequência, a produtividade e rentabilidade dos sistemas (Beveridge e Phillips, 1993; Tacon e Forster, 2003).

Ressalta-se também que as fábricas de rações devem ser regulamentadas para restringir a inclusão máxima de 0,8 a 1,0% de fósforo total na formulação de dietas para tilápias, pois, esta medida promoverá a utilização de ingredientes de melhor qualidade e, conseqüentemente, contribuirá para a melhoria da eficiência dos peixes na utilização do alimento, diminuindo assim os resíduos aquícolas.

Estratégias para Controlar a Emissão de Resíduos Aquícolas

Toda atividade de produção gera resíduos e, no que tange a aquicultura, como já mencionado, alguns fatores devem ser considerados para minimizar o efeito poluidor dos efluentes produzidos pelas pisciculturas, principalmente aqueles relacionados à nutrição dos peixes.

Outra ferramenta estratégica para evitar a contaminação do ambiente aquático consiste na definição de limites de resíduos que os cultivos de peixes podem gerar, estabelecido por meio da determinação da capacidade de suporte do ambiente aquático onde se deseja implantar o empreendimento. Alguns pesquisadores e empresas do ramo



Acesso dos piscicultores à área de trabalho no açude de Pentecoste, CE Foto: Guilherme Bueno

propõem modelos matemáticos para avaliar a capacidade de suporte do ambiente aquático em relação à influência que os cultivos de peixes possam exercer. Estes modelos são ferramentas que simulam a dinâmica das variáveis que ocorrem no ambiente e geralmente são baseados na relação direta entre o incremento de fósforo e o crescimento de algas. Entretanto, a utilização destes modelos em ambientes tropicais, nem sempre fornecem respostas adequadas e satisfatórias. Atualmente, não existem modelos ideais ou estabelecidos para a definição da capacidade de suporte com o foco na aquicultura devido à dificuldade em determinar-se as cargas específicas do cultivo e as fontes externas que interagem com o ambiente aquático.

Deve ser evidenciado que os modelos utilizados para determinar a capacidade de suporte dos ambientes de cultivo devem considerar fatores como a especificidade de cada espécie, seu hábito alimentar, a diferenciação na qualidade e digestibilidade de cada dieta oferecida e basear-se no fósforo disponível. Outro fator refere-se à falta de dados históricos e consistentes dos corpos hídricos, fato que compromete a aplicação da modelagem do ambiente aquático.

No âmbito da aquicultura, destaca-se o modelo matemático proposto por Hua e Bureau (2010) que prediz a taxa de crescimento e de retenção de energia, nitrogênio e fósforo, exigências e taxas de excreção para determinar padrões alimentares, quantificando perdas alimentares e qualidade do efluente com base em uma metodologia biológica (Cyrino et al., 2010). Neste contexto, a modelagem do fósforo na aquicultura é abordada por Bureau et al. (2008) por meio da representação esquemática (Figura 3) dos fatores que devem ser considerados em um modelo matemático de estimativa do teor de fósforo digestível em alimentos para peixes com base nos diferentes níveis e formas químicas de P nas dietas.

Tanques-rede da Associação dos Jovens Criadores de Peixes, no reservatório de Moxotó, município de Jatobá, PE

Foto: Guilherme Bueno



FAÇA A DIFERENÇA

Quando você escolhe
uma boa fonte de informação
o mercado escolhe você

Conhecimentos aprofundados
para quem está se qualificando
para exames de graduação,
pós-graduação ou concursos
que exijam informações atualizadas.



**Panorama da
AQUICULTURA**



Assine e estude nas páginas da *Panorama da AQUICULTURA*.

(21) 3547-9979

Quem sabe pode mais. www.panoramadaaquicultura.com.br

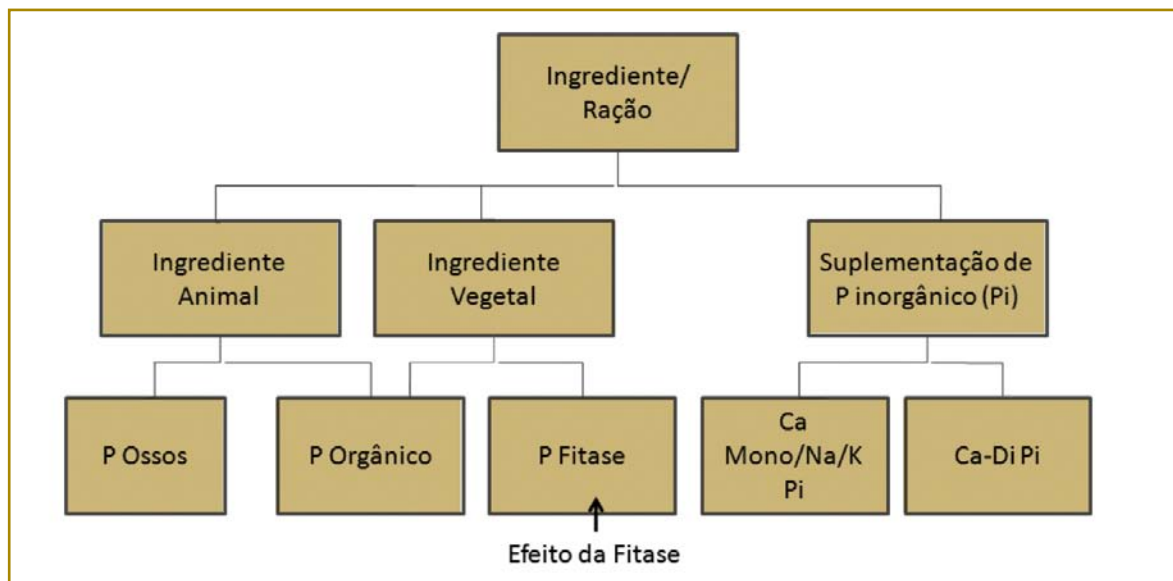


Figura 3. Classificação do regime de P na alimentação de peixes. Fonte: Bureau et al. (2008).

Outra ação que ocorre relaciona-se aos resíduos de ração e dejetos produzidos nos tanques-rede que são utilizados pela ictiofauna associada. Isso aumenta a distribuição das emissões de fósforo para locais adjacentes, pois os peixes livres no ambiente irão se movimentar e gerar efluentes em diferentes pontos do lago.

O esquema mostra que apenas uma pequena porção da ração utilizada no cultivo é depositada no lago, estima-se que essa quantidade fique por volta de 10%. As emissões provenientes do cultivo contribuem com 9% da deposição total de matéria orgânica no lago e 10 a 14% da deposição total de fósforo.

Portanto, os cálculos de capacidade suporte, além do controle nutricional, de um adequado manejo alimentar das rações para peixes e da definição de limites para o lançamento de resíduos para o ambiente são hoje as ferramentas mais adequadas para garantir a inocuidade ambiental dos

empreendimentos aquícolas.

Como exemplos de práticas desordenadas que acarretaram a degradação do ecossistema aquático, têm-se os cultivos de salmão no Chile e Canadá, as fazendas de peixe na China que extrapolaram o limite de capacidade de suporte no ambiente e ocasionaram doenças, queda na produção e inviabilização da atividade, o que reforça a relação da sustentabilidade econômica e ambiental a ser pensada e praticada.

Na Dinamarca, até a década de 1980, não exigia sequer licenciamento ambiental dos projetos de aquicultura, hoje existe uma rigorosa legislação de controle dos aportes de nitrogênio e fósforo para os ambientes aquáticos. Essa legislação inclusive limita as características das rações que podem ser utilizadas sendo severamente fiscalizada (Skonhoft, 2005; Su et al., 2010). Da mesma forma, não será surpresa se no futuro as fábricas nacionais de rações forem forçadas por lei a limitar a inclusão máxima de fósforo para 0,8 a 1,0% na formulação de dietas para tilápias, por exemplo.

Por conta desse contexto, é importante ampliar as discussões e entendimentos para podermos definir quais seriam as ferramentas corretas a serem utilizadas para determinar a capacidade de suporte na aquicultura, e estarmos preparados para as exigências que o licenciamento ambiental e órgãos fiscalizadores solicitam, pois ao final essas definições darão a capacidade suporte de cada empreendimento aquícola. Na próxima edição, na parte II, desse artigo, abordaremos o uso de outras ferramentas que vêm sendo utilizadas para o cálculo da capacidade de suporte em reservatórios continentais. ■

Centro de pesquisa, desenvolvimento e treinamento de cultivo de peixes em tanque-rede da Fazenda Experimental da Epamig, reservatório de Três Marias, Felixlândia, MG



Foto: Bruno Mattos