

LIMNOLOGIA NA AQUICULTURA: ESTUDO DE CASO EM PESQUEIROS (*)

Resumo

O conhecimento dos fatores que atuam diretamente na qualidade da água de viveiros de piscicultura é importante para um melhor gerenciamento desses empreendimentos. A limnologia é o campo da ciência que fornece informações importantes a respeito dos ecossistemas aquáticos. Fatores como temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido estão diretamente relacionados à qualidade da água de um viveiro de piscicultura. A presença de elementos, como fósforo e nitrogênio, originados principalmente da entrada de alimento na água do viveiro, também é fator essencial para o conhecimento da qualidade da água. O presente artigo descreve as principais variáveis a serem monitoradas em um viveiro de piscicultura.

Palavras-chave: piscicultura, qualidade da água, manejo.

Abstract

**LIMNOLOGY IN AQUACULTURE:
A CASE STUDY IN FEE-FISHING SYSTEMS**

The knowledge of the factors that directly influence water quality of aquaculture fish systems is of great importance for their appropriate management. Limnology is the field in science that studies aquatic ecosystems, especially of inland waters. Different factors such as water temperature, pH and dissolved oxygen and the presence of elements such as phosphorus and nitrogen originated from different sources, which reach the water body are essential factors which may be controlled, in order to maintain a good water quality. This article describes the major variables that can be monitored in different aquaculture systems, and its relation with several management practices, exemplified through a case study of fee-fishing systems of the metropolitan area of São Paulo city.

Key words: pisciculture, water quality, management.

Introdução

A limnologia compreende estudos em diversos ambientes aquáticos continentais, quais sejam: lagos, lagoas, açudes, represas, rios, riachos, brejos, águas subterrâneas, nascentes, viveiros, tanques de piscicultura etc. As principais variáveis estudadas na etapa de análise de um ecossistema aquático, incluindo os pesqueiros, podem ser: pH, condutividade elétrica, temperatura da água, turbidez, sólidos totais em suspensão, concentração de nutrientes (nitrogênio total, nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal total, fósforo total e fósforo solúvel reativo), oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação,

transparência da água, alcalinidade e dureza total, clorofila **a** e feofitina. A partir dos resultados de um levantamento limnológico, muito pode-se explicar sobre a qualidade da água do ambiente estudado.

A Qualidade da Água

De modo geral, o desempenho adequado de qualquer atividade voltada à produção de organismos aquáticos, bem como a empreendimentos destinados à pesca esportiva, como pesque-pague ou pague-pesque, depende essencialmente da qualidade da água. O conhecimento dos diferentes fatores que atuam em ecossistemas aquáticos é fundamental para quem trabalha no campo da piscicultura.

Um viveiro de piscicultura apresenta diversos elementos vivos (fitoplâncton, zooplâncton e bactérias), denominados fatores bióticos, e não vivos (compostos químicos como nitrogênio, fósforo, carbonatos, bicarbonatos etc.), denominados fatores abióticos. Para se obter uma boa produção e garantir a saúde dos peixes, há padrões de águas destinadas à criação desses animais. A manutenção de padrões adequados de qualidade da água e dos alimentos fornecidos aos peixes pode evitar prejuízos financeiros.

A incidência de doenças e parasitoses aumenta com a redução da qualidade nutricional dos alimentos e da água, comprometendo todo o sistema do cultivo. O uso dos indicadores: temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, condutividade e pH auxilia na identificação dos níveis de poluição da água destinada a diferentes usos, inclusive o uso recreacional voltado à pesca .

Há atualmente uma preocupação com o meio ambiente, em razão da significativa expansão dos pesque-pague no Estado de São Paulo, especialmente no que se refere à qualidade da água, cuja deterioração é creditada a manejos inadequados.

Uso de indicadores de qualidade da água

As variáveis mais utilizadas no monitoramento da água em atividades aqüícolas compreendem as medidas de temperatura da água, do pH, da dureza e do oxigênio dissolvido. Entretanto, existem outros parâmetros utilizados como indicadores da qualidade da água, muito embora o seu uso rotineiro dependa de laboratórios especializados e de técnicos para interpretar os resultados, o que eleva os custos para a realização de tais procedimentos.

A manutenção de uma boa qualidade de água, aliada à ausência de contaminação por coliformes fecais e outros microorganismos, contribui para a manutenção da sanidade dos peixes e, portanto, para uma melhor produção.

A seguir, listam-se variáveis utilizadas para complementar o monitoramento da qualidade da água em viveiros de piscicultura.

A clorofila **a**

A clorofila **a** representa uma estimativa da biomassa de algas presentes em um ambiente aquático. As algas microscópicas que flutuam livremente na coluna d'água são chamadas de fitoplâncton. A presença do fitoplâncton em viveiros de piscicultura é bastante comum, pois esses microrganismos crescem bem em locais ricos em nutrientes.

Os viveiros são comumente enriquecidos de nutrientes oriundos da alimentação, através do arraçoamento e também da adubação. As algas fitoplanctônicas apresentam diferentes

formas e tamanhos, além de pigmentos que lhes conferem coloração. Frequentemente, as algas verdes ocorrem em viveiros e, embora não possam ser observadas a olho nu, conferem à água uma coloração esverdeada. Através da coleta dessa água, pode-se analisar em laboratório a quantidade de clorofila presente e avaliar a biomassa de algas.

A excessiva presença de algas na água (nota-se uma coloração verde bastante intensa) pode ocasionar a mortandade de peixes. Isto porque as algas, através da clorofila, realizam o processo da fotossíntese, liberando oxigênio para a água durante o dia, através da respiração, e consumindo oxigênio durante a noite. Tal consumo, ao entardecer e à noite, pode levar à falta de oxigênio e à conseqüente mortandade dos animais.

A metodologia mais empregada para a extração da clorofila **a** é a que utiliza a acetona a 90%. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, recomendam-se valores de clorofila **a** de até 0,030 mg/L (ambientes lênticos) como adequados para a manutenção de uma boa qualidade da água e para evitar impactos nos corpos da água que recebem os efluentes da atividade aquícola.

A transparência da água

A medida de penetração de luz na coluna da água é um bom indicador de qualidade, um método eficiente e de baixo custo. Através de um disco de 20 cm de diâmetro (denominado “disco de Secchi”) de material resistente, pode-se avaliar o quanto a luz incidente na água está sendo atenuada, devido à presença das algas. Como mencionado anteriormente, colorações muito intensas, normalmente esverdeadas, atenuam drasticamente a entrada de luz na água.

O disco de Secchi é um equipamento indispensável a qualquer trabalho na área de limnologia. Ele consiste em uma corda, graduada de 10 em 10 cm, que é colocada na água até desaparecer. Assim que o disco não é mais observado, anota-se o quanto ele desceu na coluna d'água, sendo que o valor adequado para a manutenção de uma boa qualidade da água situa-se ao redor de 40 cm.

O fósforo como indicador da qualidade da água

Dentre os parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade da água, o fósforo é um dos principais. Em comparação a outros nutrientes necessários à vida em águas naturais, o fósforo é o que ocorre em menor abundância, sendo, por esta razão, freqüentemente, o primeiro elemento a limitar a produtividade biológica (crescimento de algas e outras plantas aquáticas).

Esse nutriente faz parte da composição das algas, sendo indispensável ao seu crescimento.

O excesso desse elemento na água pode desencadear um crescimento excessivo de algas, acarretando o processo denominado "eutrofização". Do ponto de vista limnológico, o fósforo é um elemento a ser sempre monitorado, constituindo-se em ótimo indicador da qualidade da água. Comumente, em viveiros destinados à atividade aquícola, esse nutriente está presente em elevadas concentrações, já que advém do arraçoamento e de outras fontes como fertilização, adubação e ceva. O controle do lançamento de fósforo evita impactos nos corpos d'água que recebem o efluente gerado pelo empreendimento. A Resolução CONAMA 357/2005 recomenda, para ambientes lênticos, valores de até 0,030 mg/L desse elemento.

O nitrogênio e a toxicidade da amônia na aquicultura

Devido a sua participação na formação de proteínas, o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, podendo atuar como fator limitante na produção primária desses ecossistemas e, em determinadas condições, tornar-se tóxico a organismos aquáticos. Dentre os compostos de nitrogênio dissolvidos na água, pode-se encontrar uma forma ionizada (NH_4^+), denominada "íon amônio e/ou amônio", e outra não ionizada (NH_3), amplamente conhecida como amônia. As duas formas juntas constituem a amônia total e/ou nitrogênio amoniacal total.

Quanto maior for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente na forma NH_3 não ionizada (forma tóxica). Na piscicultura intensiva, a principal fonte de compostos nitrogenados incorporados à água advém da alimentação. Os fertilizantes e rações utilizadas em viveiros contêm nitrogênio, principalmente na forma de amônia e nitrato. O excesso desses elementos pode prejudicar o crescimento dos peixes. Além disso, esse nutriente é consumido também pelo fitoplâncton, acarretando geralmente um crescimento excessivo das algas.

O manejo inadequado de fertilizantes químicos compromete bastante a qualidade da água. Algumas espécies de algas, como as euglenas, podem crescer de forma descontrolada em viveiros de piscicultura, devido à presença de nitrogênio, que ocorre a partir de contínuas adubações. A presença excessiva da amônia diminui a capacidade de combinação da hemoglobina com o oxigênio, causando a morte de peixes por asfixia. Devido a esse conjunto de fatores, recomenda-se um controle da quantidade e qualidade do alimento fornecido aos animais, bem como um controle adequado do fluxo d'água, para evitar o acúmulo de matéria orgânica nos sistemas de criação.

Variáveis físicas e químicas na aqüicultura

Temperatura

Trata-se de importante fator ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sobre os vários tipos de organismos, como pela relação com o teor de gases dissolvidos (Branco, 1986). Peixes tropicais vivem bem em temperaturas ao redor de 25° C.

Condutividade elétrica

É um indicador da capacidade da água em conduzir eletricidade. Fornece importantes informações sobre o metabolismo do ecossistema, ajudando a detectar fontes poluidoras em sistemas aquáticos. É também uma forma de avaliar nutrientes em ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). Em viveiros de piscicultura, valores ao redor de 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são adequados para a manutenção e produção de peixes. Pode-se medir a condutividade elétrica da água através do equipamento denominado condutivímetro.

Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é uma variável muito importante a ser monitorada em viveiros, pois sua variação pode ocasionar problemas aos peixes. Tal variável é obtida através de *kits* de análise de água ou do equipamento denominado peagômetro. Quanto mais alto os valores de pH, mais alcalino encontra-se o meio; quanto mais baixo, mais ácido o meio.

A escala do pH varia de 0 a 14, onde o valor 7, que indica neutralidade, é adequado à criação de peixes. Os principais fatores que causam alterações de pH na água são a respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição. A calagem é comumente aplicada em viveiros com a finalidade

de manter o poder tampão da água, ou seja, evitar bruscas variações do pH.

Oxigênio dissolvido

A medida do oxigênio dissolvido é de fundamental importância em viveiros, pois todos os organismos dependem desse elemento para sobreviver. É bastante comum ocorrerem bruscas variações de oxigênio na água, principalmente quando há grande quantidade de fitoplâncton no ambiente. Como mencionado anteriormente, as algas produzem oxigênio durante o dia e o consomem à noite, junto com os peixes; nesse caso pode ocorrer falta de oxigênio, provocando a morte de peixes. Valores acima de 4,0 mg/L são indicados para a criação de peixes.

Turbidez

A turbidez da água ocorre devido à presença de partículas em suspensão, que podem ou não ser coloridas. Normalmente, viveiros de cultivo intensivo de peixes são túrbidos, devido ao fitoplâncton que cresce em resposta à adição de fertilizantes ou alimentos destinados aos peixes (Sipaúba-Tavares, 1994). A Resolução CONAMA 357/2005 recomenda valores aceitáveis de turbidez de até 100 NTU.

Sólidos totais em suspensão (STS)

Todas as águas naturais contêm uma certa quantidade de materiais sólidos em suspensão. As partículas em suspensão reduzem a penetração de luz na água com a conseqüente redução de energia para a fotossíntese e diminuição da produtividade dos organismos aquáticos que servem de alimento para os peixes (CETESB, 1992).

Alcalinidade

A alcalinidade total refere-se à concentração total de bases tituláveis na água, sendo geralmente expressa em mg/L de equivalente de CaCO_3 . Os íons bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$), os mais abundantes, são os responsáveis por praticamente toda alcalinidade nas águas dos sistemas aquícolas, para os quais os valores recomendados estão acima de 30 mg/L de CaCO_3 .

Dureza total

Pode-se utilizar o teor de cálcio na água para caracterizar o grau de dureza. Ela reflete principalmente o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados ao carbonato e/ou bicarbonato ou associados ao sulfato e cloreto. A dureza total é expressa em mg/L de equivalente de carbonato de cálcio (CaCO_3) e o cálcio, em mg/L de Ca. Para o cultivo de peixes, recomendam-se valores de 30 mg/L.

Pesqueiros da região metropolitana de São Paulo

Nos últimos anos, o Instituto de Pesca vem desenvolvendo estudos relacionados à qualidade da água em viveiros de piscicultura. Um desses estudos, intitulado “Diagnóstico ecológico e sanitário de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo” foi realizado por uma equipe multidisciplinar, envolvendo outras instituições. O trabalho teve a finalidade de exemplificar as diferentes etapas que envolvem não somente o levantamento de dados limnológicos, mas também aspectos sanitários, de manejo etc.

O livro “Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo – um estudo da região metropolitana de São Paulo”, organizado pela pesquisadora Katharina Eichbaum Esteves, do Instituto de Pesca, e Célia L. Sant’Anna, do Instituto de Botânica, aborda também o assunto de forma mais detalhada.

O fluxograma da Figura 1 apresenta aspectos que envolvem o manejo de pesqueiros (adubação, arraçoamento e entrada de cevada) e dos peixes (tamanho, transporte, espécie e origem), o tipo de entorno (tipo e uso de solo) e impactos ambientais (lançamento de efluentes, introdução de espécies exóticas etc.) decorrentes da atividade. Em cada um dos pesqueiros estudados, realizou-se o levantamento de todas as características contidas no fluxograma apresentado na Figura.

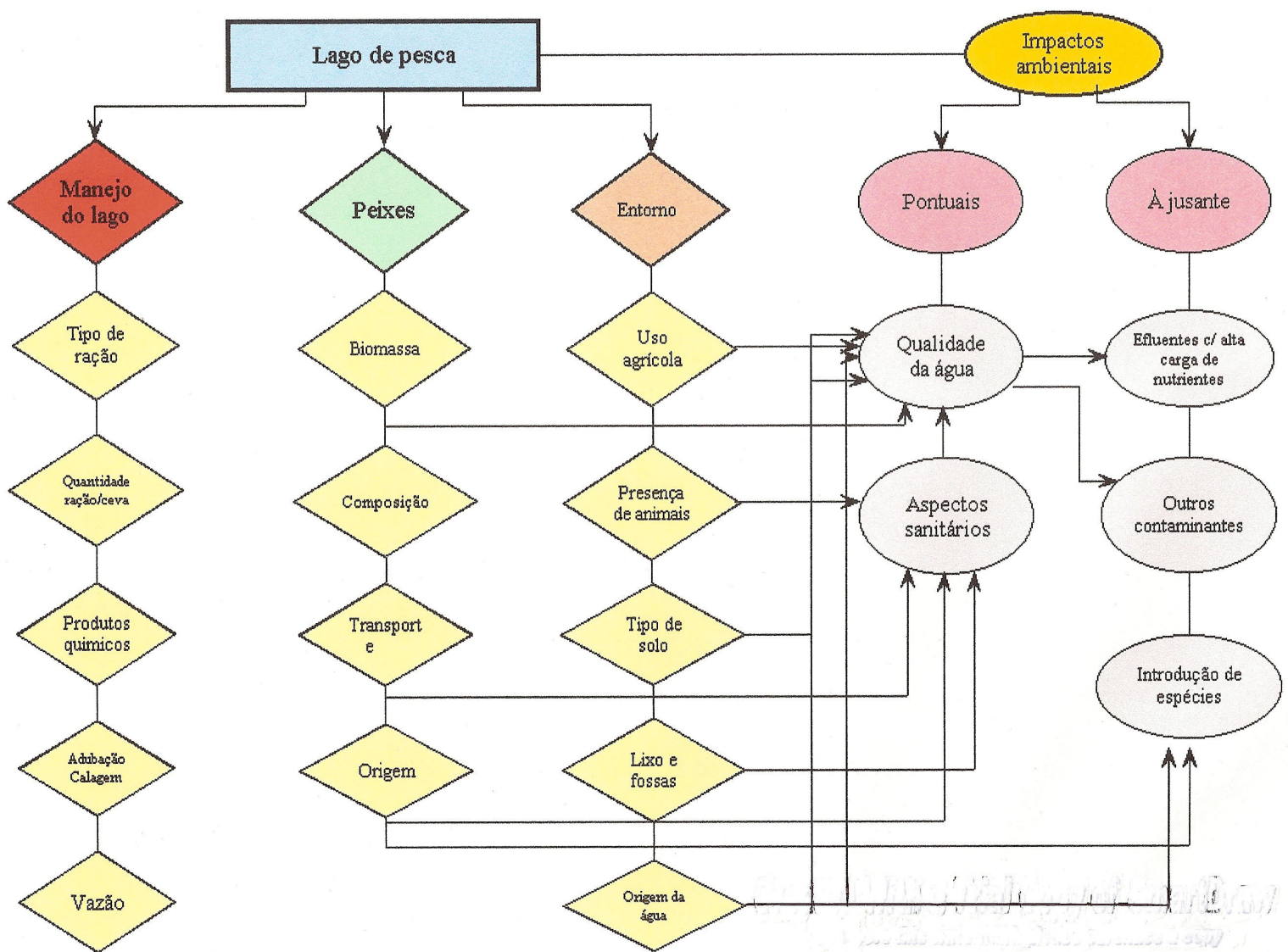


Figura 1

Os pesqueiros amostrados, em número de 30, estão localizados predominantemente na bacia do Alto Tietê, abrangendo os municípios de Santa Isabel, Arujá, Mairiporã, Santana do Parnaíba, São Lourenço da Serra, Itapeverica da Serra, São Paulo (bairro de Santo Amaro), Mauá, Suzano, Ribeirão Pires, São Bernardo, Cotia e Vargem Grande Paulista. As coletas de água, em cada pesqueiro, ocorreram em setembro de 2001 e fevereiro de 2002. As variáveis limnológicas inventariadas para a caracterização da qualidade da água dos pesqueiros incluíram: pH, temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação, transparência da água, a turbidez, alcalinidade total, dureza total e sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, fósforo total e clorofila **a**.

Do ponto de vista limnológico, os resultados desse estudo permitiram sugerir, dentre outras questões, que, para a manutenção da boa qualidade da água, deve haver um conhecimento prévio da quantidade e qualidade da ração introduzida na água; da entrada de cevada e do controle da vazão. Do ponto de vista de um manejo sustentado, deve-se manter os níveis de fósforo e nitrogênio dentro dos limites recomendados pela Resolução CONAMA, sendo adequado implantar um sistema de tratamento dos efluentes oriundos do viveiro.

Bibliografia consultada

ARANA, L.V. 2004 *Fundamentos de aqüicultura*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Editora. 348p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. <http://www.lei.adv.br/020-86.htm>, 15/01/2008.

ESTEVEES, F.A. 1998 *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciências (2ª ed.). 575p.

ESTEVEES, K.E. & SANT'ANNA, C.L. 2006 *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. 228p.

KUBITZA, F. 1999 *Qualidade da água na produção de peixes*. Jundiaí: CIP – USP Editora. 97p.

KUBITZA, F. 2003 *Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes*. Jundiaí: CIP

(*) autores

(1) Cacilda Thais Janson Mercante, Biólogo, Doutor, Pesquisador Científico, Instituto de Pesca, Apta (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da SAA (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo). Correio eletrônico: cthais@ pesca.sp.gov.br

(2) Katharina Eichbaum Esteves, Biólogo, Doutor, Pesquisador Científico, Instituto de Pesca, Apta, SAA. Correio eletrônico: kesteves@pesca.sp.gov.br

(3) Jeniffer Sati Pereira, Biólogo, aluno do Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca, Apta, SAA. Correio eletrônico: jeniffer_pereira@yahoo.com.br

(4) João Saviolo Osti, Biólogo, Correio eletrônico: ale_social@hotmail.com

Data da publicação: maio 2008, site: www.pesca.sp.gov.br,
Textos Técnicos.