



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS  
TROPICAIS

INGRID PAOLA RIBEIRO TOMAZ CUNHA

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS EFLUENTES DE PISCICULTURAS  
EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

BELÉM, PA

2015

INGRID PAOLA RIBEIRO TOMAZ CUNHA

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS EFLUENTES DE PISCICULTURAS  
EM ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de Mestre na área de concentração em Aquicultura.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria de Lourdes de Souza Santos - UFRA.

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zélia Maria Pimentel Nunes - UFPA.

BELÉM, PA

2015

---

Cunha, Ingrid Paola Ribeiro Tomaz

Impactos ambientais na qualidade de água ocasionados pelos efluentes de pisciculturas, Amazônia oriental/ Ingrid Paola Ribeiro Tomaz Cunha. – Belém, 2014.

Orientadora: Maria de Lourdes de Souza Santos

77 f.

Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014.

1. Peixes – criação 2. Piscicultura – impacto ambiental 3. Água – qualidade – impacto ambiental 4. Eutrofização 5. Água - monitoramento 6. Sustentabilidade ambiental I. Santos, Maria de Lourdes de Souza, Orient. II. Título.

---

CDD – 639.344046

INGRID PAOLA RIBEIRO TOMAZ CUNHA

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS EFLUENTES DE PISCICULTURAS  
EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria de Lourdes de Souza Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.  
(Orientadora)

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zélia Maria Pimentel Nunes**

Universidade Federal do Pará – UFPA.  
(Co-orientadora)

---

**Prof. Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza**

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.  
(Membro Interno - Titular)

---

**Prof. Dr. Glauber David Palheta Almeida**

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.  
(Membro Interno - Titular)

---

**Prof. Dr. Marcos Ferreira Brabo**

Universidade Federal do Pará – UFPA.  
(Membro Externo - Titular)

## DEDICATÓRIA

*-A DEUS, pela fé que me mantém viva para trilhar novos caminhos mediante a sua graça.*

*-A minha família, em especial aos meus pais, **Celestino Tomaz Filho e Gilza Ribeiro Tomaz**, por todo seu amor, carinho e dedicação.*

*-Ao meu marido **Danilo Silveira da Cunha** e meu filho **Tiago Tomaz Silveira Cunha** pela devida compreensão nos momentos de ansiedade, estresse e ausência nos meses em que me dediquei ao mestrado. Vocês são fundamentais na minha vida.*

***Dedico.***

*“A sabedoria é árvore que dá vida a quem abraça; quem a ela se apegar será abençoado. Por sua sabedoria DEUS lançou os alicerces da terra, por seu entendimento fixou no lugar os céus; por seu conhecimento as fontes profundas se romperam, e as nuvens gotejam o orvalho.”*

**(Provérbios 3: 18, 19 e 20)**

## AGRADECIMENTOS

*Meus sinceros votos de agradecimento:*

*-A DEUS pelo seu infinito amor e nunca me desamparar nos momento difíceis da vida;*

*-Aos meus pais Celestino Tomaz Filho e Gilza Ribeiro Tomaz pelo incentivo;*

*-Ao meu esposo Danilo Silveira da Cunha por todo seu amor, seu carinho e compreensão.*

*Pois você foi uma das minhas fontes encorajadoras durante esta jornada de 24 meses;*

*-Meu filho Tiago Tomaz Silveira Cunha pelo seu companheirismo nas longas viagens de Bragança a Belém e de Belém a Bragança. Você é a razão da minha vida;*

*-A minha sogra “Dona Lindalva” e ao meu sogro “Sr. Nentow” por toda hospitalidade que tem me oferecido;*

*-A professora Dr<sup>ª</sup>. Maria de Lourdes de Souza Santos e a professora Dr<sup>ª</sup>. Zélia Maria Pimentel Nunes por acreditarem no meu profissionalismo;*

*-A todos do laboratório de análises químicas de água da UFPA/Bragança e do laboratório de química ambiental da UFRA, em especial a Engenheira de pesca Hanna Mourep;*

*-A minha amiga ilustríssima Engenheira de Pesca Msc. Maria Eduarda Sousa pela sua valiosa colaboração nos trabalhos de campo.*

*-E por fim, claro que não poderia me esquecer deles, a todos os piscicultores de Bragança pela credibilidade profissional e, além de tudo, pela eterna amizade.*

***A todos vocês, o meu sincero MUITO OBRIGADO!***

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização geográfica das pisciculturas monitoradas na bacia hidrográfica do rio Caeté .....	38
<b>Figura 2.</b> Plano de amostragem de água durante o lançamento de efluentes: 1-utilizadas para drenagem de efluentes; 3- Drenagem do efluente no corpo hídrico receptor; 4- Jusante e 5- Montante do corpo hídrico receptor do efluente à 50 m de distância da estação 3. ....	39
<b>Figura 3.</b> Contribuição das variáveis físicas e químicas e biológicas na alteração da qualidade de água demonstradas no plano bidimensional definida pela correlação linear da PC1 e PC2 nas estações de abastecimento, viveiro, drenagem, montante e jusante das pisciculturas P1, P2, P3 e P4 .....	44
<b>Figura 4.</b> Variação espacial do estado trófico da água utilizada pela pisciculturas localizadas na bacia hidrográfica do rio Caeté, Bragança-Pará .....	44
<b>Figura 5.</b> Variação espacial do índice mínimo de qualidade de água (IQA <sub>min</sub> ) durante o lançamento de efluentes da piscicultura (P1, P2, P3 e P4) no corpo hídrico receptor (Campos naturais, rios Cutitinga, Ananim e Maniteua) .....	45

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Caracterização das pisciculturas em Bragança, Pará .....	37
<b>Tabela 2.</b> Valores de <i>F</i> e <i>p</i> das variáveis temperatura (Temp), oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE) e turbidez (Turb.), fósforo total ( $P_{total}$ ), fosfato ( $PO_4^-$ ), nitrogênio total ( $N_{total}$ ), amônia ( $NH_3/NH_4^+$ ), nitrito ( $NO_2^-$ ), nitrato ( $NO_3^-$ ), clorofila- $\alpha$ (Cl- $\alpha$ ) nas estações de abastecimento; viveiro; drenagem; montante; jusante e nas pisciculturas (P1, P2, P3 e P4) com ANOVA um critério para análise das variâncias com $p < 0,05$ e o $p < 0,001$ .....	41

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I:</b> .....	14
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	14
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Geral.....	17
2.2 Específicos.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 A importância da água.....	18
3.2 Produção de pescado <i>versus</i> sustentabilidade.....	18
3.3 Impactos ambientais gerados pela piscicultura.....	20
3.4 Soluções para mitigar os efeitos da eutrofização .....	23
3.5 Uso de indicadores de qualidade de água como método prático de avaliação do impacto ambiental da piscicultura nos ecossistemas .....	24
4. REFERÊNCIAS .....	27
<b>CAPÍTULO II:</b> .....	33
<b>ARTIGO:</b> Impactos ambientais gerados pelos efluentes de pisciculturas em ecossistemas aquáticos, Amazônia Oriental .....	34
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.1 Área de estudo .....	38
2.2 Coleta de dados .....	39
2.3 Análise estatística .....	41
3. RESULTADOS .....	41
4. DISCUSSÃO .....	48
5. CONCLUSÃO.....	50
Apêndice 1 .....	52
6. REFERÊNCIAS .....	53
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	60
<b>ANEXO A:</b> Normas da revista para a publicação do artigo: Boletim do instituto de pesca ...	61

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A dissertação está organizada em dois capítulos, o primeiro composto pela contextualização geral da problemática e o segundo contendo o artigo que foi redigido de acordo com as normas da revista “Boletim do Instituto de Pesca”.

No capítulo I são descritas informações gerais sobre as perspectivas da produção de pescado pela aquicultura, seguida de uma revisão de literatura sobre: a importância da água; a produção de pescado e a sustentabilidade; impactos ambientais ocasionados pela piscicultura; processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos amazônicos; soluções para mitigar os efeitos da eutrofização; e a utilização de indicadores ecológicos como método prático de avaliação do impacto ambiental da piscicultura nos ecossistemas amazônicos. Neste capítulo também constam os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

No segundo capítulo, consta o artigo intitulado de “Impactos ambientais na qualidade de água ocasionados pelos efluentes de piscicultura, Amazônia Oriental”. Por fim são apresentadas as principais considerações finais do trabalho.

## RESUMO

A alteração na qualidade de água ocasionada pelo lançamento de efluentes das pisciculturas em três tributários do rio Caeté e na planície alagada dos campos naturais de Bragança-PA, localizados na Amazônia Oriental, foi avaliada pelo monitoramento de quatro pisciculturas entre o período de agosto de 2013 a setembro de 2014. O índice de estado trófico (IET) e o índice mínimo de qualidade de água (IQA<sub>min</sub>) por meio de variáveis hidrobiológicas determinadas *in loco* e por meio das análises físico-químicas, em laboratório, das amostras de água durante o lançamento de efluentes a montante, a jusante e no ponto de drenagem dos corpos hídricos potencialmente receptores, no ponto de abastecimento de água para o sistema de criação e do viveiro. Os dados foram analisados pela ANOVA um critério e pela análise de componentes principais-ACP. Observou-se que o manejo adotado nas pisciculturas avaliadas favoreceram a alteração da qualidade por meio do processo de eutrofização nos quatro viveiros avaliados, a qual, somente os viveiros das pisciculturas P1 e P4 obtiveram influência direta na alteração da qualidade de água nas estações de drenagem nos campos naturais da Ponta Areia/P1 pela variável Clorofila e no rio Maniteua/P4 pela variável fósforo total e clorofila. Dessa forma, podemos ressaltar que, as pisciculturas desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Caeté apresentam manejos ambientais insuficientes que repercutem na qualidade de água dos viveiros e possíveis ameaças de eutrofização *in loco*. Assim, para a sustentabilidade ambiental dos sistemas de criação de tambaqui, recomenda-se que haja um planejamento ambiental da piscicultura respeitando as interações ecológicas (policultivo) e dos efluentes lançados nos corpos hídricos, redução de efluentes produzidos sem prejuízos a qualidade de água utilizada e quando possível à realização da despesca sem a drenagem parcial ou total dos efluentes principalmente na estação seca e possíveis tratamentos de efluentes, bem como o uso de áreas alagadas.

**Palavras-chave:** Criação de peixes; eutrofização; monitoramento e sustentabilidade ambiental.

## ABSTRACT

The change in water quality caused by the discharge of effluents from fish farms in three tributaries of the Caeté River and wetland natural fields of Bragança-PA, located in the eastern Amazon, was evaluated by monitoring four fish farms in the period between August 2013 to September 2014. The trophic state index (TSI) and the minimum water quality index (IQAmin) through hydrobiological variables determined on the spot and through physical-chemical analysis in the laboratory, the samples of water during the discharge of effluents upstream, downstream and in the drainage point of potentially receiving water bodies in the water supply point for the breeding and nursery system. The data were analyzed by ANOVA criterion and for the analysis of main components-ACP. It was observed that the management adopted in the assessed fish farms favored the change in quality through eutrophication process in all evaluated nurseries, in which, only the nurseries of fish farms P1 and P4 obtained direct influence on the change of water quality in the drainage stations in grasslands of Ponta Areia/P1 by chlorophyll variable and Maniteua River/P4 by the total phosphorus and chlorophyll variable. Thus, we can point out that fish farms developed in the basin of the Caeté river have inadequate environmental management systems that impact on water quality of ponds and possible threats of eutrophication in loco. So, for the environmental sustainability of the tambaqui breeding systems, it is recommended that there is an environmental planning of the fish farms respecting the ecological interactions (polyculture) and effluents discharged into water bodies, reducing the effluents produced without harming the quality of water used and when possible the realization of fish removal without full or partial drainage of effluents especially in the dry season and possible effluent treatment, as well as the use of wetlands.

**Keywords:** Fish farming; eutrophication; monitoring and environmental sustainability.

# CAPÍTULO I

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

*Padronizado de acordo com as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).*

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura é uma das atividades zootécnicas que mais expandiu e se destacou na produção de proteína de origem animal. A criação de organismos aquáticos em relação a qualquer setor de produção de alimentos de origem animal apresentou uma taxa média de crescimento anual de 6,7%, entre os anos de 2010 a 2012 (Fao, 2014). Esse crescimento expressivo é resultante de vários fatores econômicos e ambientais. Oliveira *et al.* (2013) ressaltam que a depleção dos estoques pesqueiros naturais, o aumento da demanda por alimentos, o baixo custo de produção, as qualidades nutritivas do pescado e o potencial de geração de emprego são os principais fatores que promovem a viabilidade desta atividade.

No cenário brasileiro a aquicultura tem se destacado significativamente na produção de pescado. O Brasil no ano de 2011 assumiu a 17ª posição no ‘ranking’ mundial de produção aquícola, com 628.704,3 toneladas. A região norte apresentou uma produção de 94.718,5 toneladas com destaque para o estado do Amazonas (27.604,2), seguido de Roraima (25.162,9), Tocantins (12.411,8), Rondônia (12.098,9) e Pará (10.420,4). As principais espécies criadas na região norte são o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) e o tambacu *Colossoma macropomum x Piractus mesopotamicus*, (Brasil, 2013).

O aumento da produção aquícola é favorável para atender à crescente demanda por alimento de origem animal. No entanto, a aquicultura deve ser desenvolvida em bases sustentáveis com eficientes sistemas uso de água para que a produção de peixe seja conduzida dentro dos limites permitidos das variáveis de qualidade de água especificada na legislação vigente (D’orbcastel *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2011)

Dentre os principais impactos da aquicultura Bosma e Verdegem (2011) destacaram a elevada quantidade de matéria orgânica e de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, nos efluentes das pisciculturas lançados nos cursos hídricos. Deste modo, de acordo com a

legislação brasileira, os efluentes da piscicultura devem atender a resolução n° 357/05 e 413/09 do CONAMA (Brasil, 2005; 2009a).

A água é considerada um recurso renovável, no entanto, a sua classificação é limitada pelo uso, através da sua disponibilidade no meio, bem como a quantidade existente e qualidade apresentada. À medida que o uso se torna intensivo, se faz necessário à proteção do recurso hídrico, visando o seu aproveitamento racional, para não afetar o comportamento hidrológico das águas superficiais e subterrâneas (Sipauba-Tavares, 2013).

Nesta perspectiva, as bacias hidrográficas tornam-se unidades fundamentais para o planejamento do uso e conservação ambiental, pois mostram-se altamente vulneráveis às atividades antrópicas, podendo, em caso de uso indevido, gerar problemas socioambientais, na economia da região e na própria qualidade de vida da população local (Sipauba-Tavares, 2013).

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os impactos ambientais gerados pelos efluentes de pisciculturas lançados nas águas superficiais, na Amazônia Oriental

### **2.2 Específicos**

- Investigar as variáveis físico-químicas e biológica da água utilizada na piscicultura tropical;
- Determinar e avaliar o grau de trofia de cursos d'água receptores dos efluentes drenados de viveiros de criação de peixes;
- Utilizar índices ecológicos para determinar os impactos da piscicultura nos corpos de água superficiais.
- Avaliar a sustentabilidade ambiental da piscicultura pela qualidade de água dos efluentes;

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Importância da água

A água é um recurso natural, de domínio público, indispensável à vida na Terra e o elemento mais utilizado pelo homem para geração de energia, produção de alimentos e transporte (Costa *et al.*, 2012; Mehta, 2014). Por ser um recurso vital para a sociedade, o uso da água é limitado conforme a disponibilidade, quantidade e qualidade, segundo as diretrizes dos padrões de classes de água estabelecida pela resolução do CONAMA 357-18/03/2005 (Brasil, 2005). Medidas eficazes de aproveitamento racional tornam-se necessárias para evitar o comprometimento do comportamento hidrológico natural das águas superficiais e subterrâneas, na proporção que o consumo da água é intensificado pelo homem (Setti *et al.*, 2001).

Hanjra e Qureshi (2010) ao analisar o uso intensivo da água superficial e subterrânea na produção mundial de alimentos observaram que há um aumento significativo dos riscos de poluição hídrica, se não houver uma gestão coerente no uso desse recurso hídrico. O desequilíbrio ecológico natural dos ecossistemas aquáticos utilizados pelo homem pode desencadear consequências socioeconômicas em nível local, regional e mundial.

A utilização da água na produção de pescado pela aquicultura resulta na degradação da qualidade da água, por meio do processo de eutrofização, durante o ciclo produtivo (Cyrino *et al.*, 2010; Appolo e Nishijima, 2011; Borges *et al.*, 2013).

#### 3.2 Produção de pescado *versus* sustentabilidade

Diante da expansão demográfica, do aumento do consumo de alimentos e da demanda por produtos saudáveis, a sustentabilidade aquícola se torna um dos grandes desafios enfrentado pelo setor (Ziegler, 2010; Bosma e Verdegem, 2011). Em termos de produção de pescado, a aquicultura está crescendo mais rápido que outros setores da produção pecuária.

No Brasil, apesar da aquicultura ser uma prática antiga, seu histórico de desenvolvimento regulamentar teve seus primeiros aspectos legais somente em meados da década de 60 com o Decreto-Lei nº 221-28/02/1967 (Brasil, 1967; 1988; 2009b) embora, também houvesse estreita relação com as leis do uso da terra, da água, da pesca, meio ambiente e saúde pública.

A Lei nº 11.959 - 29/06/2009, que revoga a Lei nº 7.679- 03/11/1988 e dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Pesca e da Aquicultura. Essa lei define a aquicultura como atividade agropecuária de criação e/ou cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático na modalidade comercial, científica, recomposição ambiental, familiar e ornamental (Brasil, 2009b).

Nessa conjuntura sustentável, as modalidades aquícolas, que visem ou não o lucro, precisam se comprometer com a proteção ambiental e o desenvolvimento social (Bosma e Verdegem, 2011; Sipauba-Tavares, 2013; Galvão e Oetterer, 2014). Dentre as modalidades praticadas, a criação de peixes merece destaque pela sua importância econômica, seu valor nutricional, sua perspectiva de mercado e por ser o principal recurso pesqueiro responsável pela substituição do pescado proveniente da pesca extrativa. Cenário visualizado no anuário da estatística pesqueira e aquícola do ano de 2012 publicado pela Fao (2014) quando o peixe contribui com 44,15 % na produção mundial de pescado.

O Brasil tem potencial desenvolvimento da Aquicultura devido a disponibilidade de recursos hídricos e das condições climáticas favoráveis. Porém o Brasil precisa desenvolver técnicas que otimizem a produção levando em consideração os possíveis impactos ambientais ocasionados pelo sistema de criação adotado pelo produtor (Valenti, 2008; Macedo e Sipauba-Tavares, 2010).

### 3.3 Impactos ambientais na qualidade de água gerados pela piscicultura

A criação de organismos aquáticos é uma atividade econômica causadora da alteração na qualidade de água (Gonçalves e Flores, 2003). Dentre os principais impactos, destaca-se o enriquecimento da água por nutrientes. (Eler e Millani, 2007; Cyrino *et al.*, 2010; Valenti *et al.*, 2011; Cruz, 2013; Herbeck *et al.*, 2013).

A alteração na qualidade de água ocasionada pela piscicultura é provocada principalmente pelo acúmulo das sobras de ração e pela carga de excretas liberadas pelos peixes nos viveiros (Kubtiza, 2013; Galvão e Oetterer, 2014). Essa carga orgânica está disponibilizada nos efluentes e devem ser realizados manejos que considere a capacidade suporte dos viveiros e do corpo hídrico receptor (Sipauba-Tavares, 2013). Henriques *et al.* (2015) propuseram que as mudanças ocorridas nos recursos hídricos naturais como o enriquecimento da água por nutrientes e alterações hidro morfológicas, devem ser alvos de pesquisa para os próximos anos, a fim dar embasamento à medidas de gerenciamento nas bacias hidrográficas.

Martins *et al.* (2010) ressaltam o reúso da água como uma alternativa para melhorar o gerenciamento de resíduos e a reciclagem de nutrientes produzidos pela piscicultura intensiva de água doce como medida para redução dos impactos na qualidade de água. Jegatheesan *et al.* (2011) corroboraram sobre a importância do reúso da água em sistemas de produção aquícolas. Esses autores também enfatizaram que a crescente demanda mundial por alimentos promoveu o crescimento acelerado da aquicultura e, como consequência, aumentou os efeitos adversos ao meio ambiente, principalmente nos ecossistema aquáticos.

Jury e Vaux Jr (2007), Hanjra e Qureshi (2010) destacaram que o uso desordenado de água e a poluição levariam à escassez de água, limitando a produção de alimentos, o funcionamento dos ecossistemas e o abastecimento urbano nas próximas décadas. Essas consequências não são impactantes somente na dimensão ambiental, pois, de acordo com

Valenti *et al.* (2011) o impacto ambiental gera uma reação em cadeia atingindo também a dimensão social e econômica, uma vez que a sociedade é dependente do meio ambiente e a economia dependente das dimensões sociais e ambientais.

A eutrofização é um exemplo onde há ausência de embasamento de princípios ecológicos na determinação de padrões de qualidade ambiental (Sipauba-Tavares, 2013). Esse processo na piscicultura é decorrente do enriquecimento da água por nutrientes e resulta no crescimento excessivo de algas, acúmulo de biomassa, menor biodiversidade nos níveis tróficos e outros impactos adversos (Burkholder e Glibert, 2013; Herbeck *et al.*, 2013; Sipauba-Tavares, 2013; Galvão e Oetterer, 2014). As elevadas concentrações de nutrientes inorgânicos, principalmente fósforo e nitrogênio, podem ser disponibilizadas no meio aquático alterando o perfil natural de outras variáveis físicas, químicas e biológicas (Bosma e Verdegem, 2011; Jegatheesan *et al.*, 2011; Herbeck *et al.*, 2013; Kubitza, 2013; Avadí *et al.*, 2015).

Para Bosma e Verdegem (2011) as concentrações de fósforo nos viveiros são resultantes do fornecimento de ração e dos sedimentos acumulados no fundo. O fósforo, para maioria das águas continentais, é o fator limitante na produtividade e o nutriente principal para o processo de eutrofização artificial. Dentre as formas de fósforo encontrado em águas naturais, o fosfato reativo assume uma relevância significativa por ser a principal forma a ser assimilada pelos vegetais aquáticos (Esteves, 2011)

Em bases legais, as diretrizes ambientais dos corpos de água destinados a aquicultura (classe 2) da resolução do CONAMA 357/05, o fósforo total deve apresentar em ambiente lântico o valor máximo de 0,03 mg/L, ambientes intermediários o valor máximo de 0,05 mg/L e para os ambientes lóticos o valor máximo de 0,1 mg/L (Brasil, 2005).

Para os compostos nitrogenados presentes nos viveiros, a amônia é decorrente da decomposição da matéria orgânica, dos metabolitos provenientes de excreções nitrogenadas e

de fertilizantes (Kubtiza, 2013). Ressaltando que quando o nitrogênio for limitante à eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental, o nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos na vazão referente. O nitrogênio amoniacal deverá apresentar concentrações entre 0,5 a 3,7 mg/L dependendo da faixa de pH encontrado do corpo hídrico e as concentrações máximas permitidas de nitrito e nitrato deverão apresentar respectivamente 1,0 e 10,0 mg/L (Brasil, 2005).

Trabalhos científicos voltados para avaliações da alteração da qualidade de água ocasionada pela piscicultura, Porrello *et al.* (2003); True *et al.* (2004); Simões *et al.* (2008); Giordani *et al.* (2009); Ferreira *et al.* (2011); Herbeck *et al.* (2013); Koçer e Sevgili (2014); Robson (2014), demonstraram que elevadas cargas de compostos nitrogenados, fosfatados e sólidos são disponibilizados nos viveiros de criação e nos ambientes adjacentes próximos aos pontos de lançamento dos efluentes.

Deste modo, a piscicultura pode ser considerada como fonte de poluição pela liberação de nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão nos corpos hídricos. As pesquisas devem priorizar os impactos ambientais ocasionados pela produção de efluentes e desenvolver tecnologias que possam maximizar a produção do pescado e atender a demanda mundial por alimentos de forma sustentável. Pouco se sabe sobre os efeitos dos efluentes gerados pela piscicultura nos ecossistemas aquáticos amazônicos, pois as práticas de manejo adotadas e a geração de efluentes que podem variar de uma região a outra, devido às condições climáticas, por isso precisam ser avaliadas localmente.

#### **3.4 Soluções para mitigar os efeitos da eutrofização ocasionada pela piscicultura.**

O desenvolvimento de técnicas de manejos que tenha o objetivo de mitigar os impactos negativos dos empreendimentos no ecossistema aquático são necessária para proporcionar a

expansão da aquicultura e amenizar a crise mundial de água (Jury e Vaux Jr, 2007; Hanjra e Qureshi, 2010; Fao, 2014). Para isso, boas práticas de manejo podem ser adotadas, tais como:

- ✓ Uso de fertilizantes químicos ao invés de excrementos de animais e, quando necessários, utilizar somente em quantidades satisfatórias à manutenção da biomassa do fitoplâncton (Boyd e Tucker, 2012; Sipauba-Tavares, 2013);
- ✓ Seleção de densidades de estocagem e taxas de alimentação que não excedam a capacidade suporte dos viveiros de criação, (Davidson *et al.*, 2009; Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010; Han *et al.*, 2011);
- ✓ Fornecimento de dietas com alta digestibilidade, estáveis na água e sem excessos de nitrogênio e fósforo (Verdegem *et al.*, 2006; Davidson *et al.*, 2009; Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010; Boyd e Tucker, 2012; Schoumans *et al.*, 2014);
- ✓ Redução do volume de efluente produzido, sem prejuízo à qualidade da água utilizada na criação de peixes e quando possível, a realização da despesca sem drenagem parcial ou total do viveiro (Sipauba-Tavares *et al.*, 2003; Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010; Boyd e Tucker, 2012; Sipauba-Tavares, 2013);
- ✓ Planejamento ambiental da piscicultura respeitando as interações ecológicas existentes na propriedade e no ambiente de criação (Resende, 2009; Boyd e Tucker, 2012).

### **3.5 Indicadores de qualidade de água como ferramenta para avaliação do impacto dos efluentes da piscicultura nos ecossistemas aquáticos amazônicos**

Os indicadores ecológicos no monitoramento dos recursos hídricos são considerados ferramentas com metodologia prática e de fácil interpretação para avaliar a qualidade e o estado trófico da água nos ambientes naturais e agrícolas. O índice de estado trófico (IET)

fornece uma visão ampla das alterações ocorridas nas dimensões espaciais e temporais (Cunha *et al.*, 2013; Gutzler *et al.*, 2015)

O índice de estado trófico (IET), modificado por Lamparelli (2004), para regiões tropicais é utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB juntamente com o órgão do Sistema Integrado do Gerenciamento de Recursos Hídricos como ferramenta de avaliação ambiental e gestão hídrica. Esse índice serve para identificar os ecossistemas aquáticos com ameaça de eutrofização ocasionada pela ação antrópica ao evidenciar as relações entre as cargas de fósforo e a clorofila, além de ser utilizado para avaliar os níveis de aceitação da água para consumo humano.

Simões *et al.* (2008) propuseram o índice mínimo de qualidade de água (IQA<sub>mín</sub>) com apenas três variáveis: turbidez, fósforo total e oxigênio dissolvido para apoiar os programas de gestão de bacia hidrográfica, como um indicador de poluição proveniente de atividade aquícola no Estado de São Paulo. Esse índice classifica as água como excelente, bom, regular, regular e ruim em uma escala normalizada de 0 a 100. Os resultados do IQA<sub>mín</sub> diagnosticaram que a degradação da qualidade de água pela aquicultura pode ser facilmente inferida por esse índice, que é mais restritivo do que os outros e pode ser rotineiramente utilizado para inferir sobre a qualidade da água para a biota aquática.

Ferreira *et al.* (2011) demonstraram a importância da utilização do IQA<sub>mín</sub>, como ferramenta para avaliar a criação de camarões e dos ambientes naturais nas áreas de entorno. Esse índice foi utilizado no gerenciamento do recurso hídrico durante a produção de camarão em Santa Catarina.

Gutzler *et al.* (2015) propuseram o uso combinado de indicadores ecológicos e zootécnicos para aferir a sustentabilidade e a necessidade da integração da ciência com o poder público para evitar análise individual de impacto ambiental sem as diretrizes da sustentabilidade da atividade.

Palheta *et al.* (2013) utilizaram os indicadores de qualidade de água como ferramenta de monitoramento na carcinicultura no Estado do Pará, como o índice de estado trófico (IET). Esse índice se mostrou eficaz no monitoramento de mudanças pontuais ocorridas na qualidade da água nos períodos seco e chuvoso. No entanto, o IQA<sub>mín</sub> proposto por Simões *et al.* (2008) apresentou baixa sensibilidade para identificar os efeitos das variações temporais.

Já, Lobato *et al.* (2015) questionaram o uso do IET modificado por Lamparelli (2004) e o IQA utilizado pela CETESB para ambientes tropicais da Amazônia. Esses autores ressaltaram que os índices tendem a subestimar os ambientes amazônicos e propuseram um novo modelo por meio do uso da estatística para categorização dos dados para a avaliação do estado trófico dos recursos hídricos.

Em suma o uso dos índices ecológicos promovem a organização sistemática dos dados, orientando a tomada de decisões e auxiliando, por exemplo, na gestão dos recursos hídricos.

Assim, identifica-se uma carência de pesquisas que visem contribuir para o entendimento da influência dos efluentes da piscicultura sobre os ecossistemas aquáticos. Portanto, a proposta deste trabalho é proporcionar informações sobre os ecossistemas aquáticos naturais e o monitoramento da piscicultura obtido mediante a aplicação de indicadores de qualidade de água.

## 4. REFERÊNCIAS

ALVES, M. T. R.; TERESA, F. B.; NABOUT, J. C. A global scientific literature of research on water quality indices: trends, biases and future directions. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, p. 245-253, 2014. ISSN 2179-975X. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-975X2014000300004&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2014000300004&nrm=iso) >.

APPOLO, C. B.; NISHIJIMA, T. Educação ambiental voltada à piscicultura praticada por pequenos produtores rurais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 214-224 p., 2011. ISSN 2236-1170.

AVADÍ, A.; PELLETIER, N.; AUBIN, J.; RALITE, S.; NÚÑEZ, J.; FRÉON, P. Comparative environmental performance of artisanal and commercial feed use in Peruvian freshwater aquaculture. **Aquaculture**, v. 435, n. 0, p. 52-66, 1/1/ 2015. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848614003925> >.

BORGES, A. F.; BORGES, M. D. A. C. S.; DE REZENDE, J. L. P.; DURIGON, M. D. S. G. F.; CORTE, A. R.; VIEIRA, F. A. B.; CORIM, R. B.; DA COSTA ALVES, E. Desempenho ambiental da piscicultura na amazônia ocidental brasileira. **Global science and technology**, v. 6, n. 1, p. 12 pg., 2013. ISSN 1984-3801.

BOSMA, R. H.; VERDEGEM, M. C. J. Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits. **Livestock Science**, v. 139, n. 1–2, p. 58-68, 7// 2011. ISSN 1871-1413. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141311001004> >.

BRASIL. **Decreto Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 , dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências.** Brasília 1967.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, dispõe sobre a proibição da pesca de espécies em periodos de reprodução e daoutras providências.** Brasília 1988.

\_\_\_\_\_. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências** 2005.

\_\_\_\_\_. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 413 de 26 de julho de 2009, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providencias.,** 2009a.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.959, de 29 de Junho de 2009, dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.** Brasília 2009b.

\_\_\_\_\_. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura – 2011.** MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, M. P. A. Brasília 60p. p. 2013.

BURKHOLDER, J. M.; GLIBERT, P. M. Eutrophication and Oligotrophication. In: LEVIN, S. A. (Ed.). **Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)**. Waltham: Academic Press, 2013. p.347-371. ISBN 978-0-12-384720-1.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnology and oceanography**, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977. ISSN 1939-5590.

COSTA, A. F. S.; TEIXEIRA, C. M.; SILVA, C. S.; DO NASCIMENTO, J. A.; OLIVEIRA, M. M.; DE OLIVEIRA QUEIROZ, Y.; DE JESUS SILVA, M. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT**, v. v. 1, n. 1, p. 67-73 p., 2012. ISSN 2316-3135.

CRUZ, P. S. Grupos funcionais em mesoambientes com piscicultura: efeitos da eutrofização artificial na dinâmica e estrutura funcional do fitoplâncton. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 27-40, 2013. ISSN 1981-8203.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSItsr). **Ecological Engineering**, v. 60, n. 0, p. 126-134, 11// 2013. ISSN 0925-8574. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413003091> >.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura eo ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

D'ORBCASTEL, E. R.; BLANCHETON, J.-P.; AUBIN, J. Towards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. **Aquacultural Engineering**, v. 40, n. 3, p. 113-119, 5// 2009. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486090800109X> >.

DAVIDSON, J.; BEBAK, J.; MAZIK, P. The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 288, n. 3–4, p. 337-343, 3/20/ 2009. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608008934> >.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 33-44, 2007. ISSN 1516-3598.

ESTEVES, F. D. A. **Fundamentos de limnologia**. 2011. 8- 10 p.

FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics**. Rome: 2014. 76 p.

FERREIRA, M. F. B. **Efeitos da troca de água sobre os índices zootécnicos e qualidade dos efluentes na criação intensiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros escavados no município de Manaus, Amazonas**. 2005. 88 Dissertação de Mestrado (Pós-graduação). Programa de PósGraduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, Manaus/ AM.

FERREIRA, N. C.; BONETTI, C.; SEIFFERT, W. Q. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, v. 318, n. 3–4, p. 425-

433, 8/8/ 2011. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848611004509> >.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. 1º Rio de Janeiro: 2014. 237 p.

GIORDANI, G.; ZALDÍVAR, J. M.; VIAROLI, P. Simple tools for assessing water quality and trophic status in transitional water ecosystems. **Ecological Indicators**, v. 9, n. 5, p. 982-991, 9// 2009. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X08001635> >.

GONÇALVES, T. G. G.; FLORES, G. S. M. F. Recursos hídricos para a aquicultura: reflexões temáticas. **Anais do I Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade-ANPPAS. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade-ANPPAS, Inadaiatuba, São Paulo. Disponível em** < [http://www.anppas.org.br/gt/recursos\\_hidricos/Thiago](http://www.anppas.org.br/gt/recursos_hidricos/Thiago), 2002. Disponível em: < Disponível em < [http://www.anppas.org.br/gt/recursos\\_hidricos/Thiago](http://www.anppas.org.br/gt/recursos_hidricos/Thiago) >.

\_\_\_\_\_. O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 1, 2003. ISSN 0046-9939.

GUTZLER, C.; HELMING, K.; BALLA, D.; DANNOWSKI, R.; DEUMLICH, D.; GLEMNITZ, M.; KNIERIM, A.; MIRSCHEL, W.; NENDEL, C.; PAUL, C.; SIEBER, S.; STACHOW, U.; STARICK, A.; WIELAND, R.; WURBS, A.; ZANDER, P. Agricultural land use changes – a scenario-based sustainability impact assessment for Brandenburg, Germany. **Ecological Indicators**, v. 48, n. 0, p. 505-517, 1// 2015. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X14004129> >.

HAN, H.; LI, K.; WANG, X.; SHI, X.; QIAO, X.; LIU, J. Environmental capacity of nitrogen and phosphorus pollutions in Jiaozhou Bay, China: Modeling and assessing. **Marine Pollution Bulletin**, v. 63, n. 5–12, p. 262-266, // 2011. ISSN 0025-326X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10005400> >.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. Global water crisis and future food security in an era of climate change. **Food Policy**, v. 35, n. 5, p. 365-377, 10// 2010. ISSN 0306-9192. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030691921000059X> >.

HENRIQUES, C.; GARNETT, K.; WEATHERHEAD, E. K.; LICKORISH, F. A.; FORROW, D.; DELGADO, J. The future water environment — Using scenarios to explore the significant water management challenges in England and Wales to 2050. **Science of The Total Environment**, v. 512–513, n. 0, p. 381-396, 4/15/ 2015. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714017495> >.

HERBECK, L. S.; UNGER, D.; WU, Y.; JENNERJAHN, T. C. Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. **Continental Shelf Research**, v. 57, n. 0, p. 92-104, 4/1/ 2013. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434312001288> >.

JEGATHEESAN, V.; SHU, L.; VISVANATHAN, C. Aquaculture Effluent: Impacts and Remedies for Protecting the Environment and Human Health. In: NRIAGU, J. O. (Ed.). **Encyclopedia of Environmental Health**. Burlington: Elsevier, 2011. p.123-135. ISBN 978-0-444-52272-6.

JURY, W. A.; VAUX JR, H. J. The Emerging Global Water Crisis: Managing Scarcity and Conflict Between Water Users. In: DONALD, L. S. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v. Volume 95, 2007. p.1-76. ISBN 0065-2113.

KOÇER, M. A. T.; SEVGILI, H. Parameters selection for water quality index in the assessment of the environmental impacts of land-based trout farms. **Ecological Indicators**, v. 36, n. 0, p. 672-681, 1// 2014. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1300366X> >.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí/SP: 2013. 208 p.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235 p. Doutorado (Tese de doutorado). Departamento de ecologia/USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOBATO, T. D. C.; HAUSER-DAVIS, R. A.; DE OLIVEIRA, T. F.; MACIEL, M. C.; TAVARES, M. R. M.; DA SILVEIRA, A. M.; SARAIVA, A. C. F. Categorization of the trophic status of a hydroelectric power plant reservoir in the Brazilian Amazon by statistical analyses and fuzzy approaches. **Science of The Total Environment**, v. 506–507, n. 0, p. 613-620, 2/15/ 2015. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714016143> >.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MARTINS, C. I. M.; EDING, E. H.; VERDEGEM, M. C. J.; HEINSBROEK, L. T. N.; SCHNEIDER, O.; BLANCHETON, J. P.; D'ORBCASTEL, E. R.; VERRETH, J. A. J. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. **Aquacultural Engineering**, v. 43, n. 3, p. 83-93, 11// 2010. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860910000671> >.

MEHTA, L. Water and Human Development. **World Development**, v. 59, n. 0, p. 59-69, 7// 2014. ISSN 0305-750X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X13003021> >.

OLIVEIRA, A. C. B. D.; MIRANDA, E. C. D.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: FRACALLOSSI, D. M. e CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1º Edição ampliada. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática., 2013. cap. Cap. 11, p.375 p.

PALHETA, G. D. A.; TAKATA, R.; PALHETA, H. G. A.; MELO, N. F. A. C. D.; ROCHA, R. M.; SANTOS, M. D. L. S. Índices de Qualidade da Água como Ferramenta no Monitoramento da Carcinicultura Paraense. **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic**

**Sciences (Boletim Técnico Científico do Cepnor)**, v. 12, n. 1, p. 9-15, 2013. ISSN 1676-5664.

PORRELLO, S.; LENZI, M.; TOMASSETTI, P.; PERSIA, E.; FINOIA, M. G.; MERCATALI, I. Reduction of aquaculture wastewater eutrophication by phytotreatment ponds system: II. Nitrogen and phosphorus content in macroalgae and sediment. **Aquaculture**, v. 219, n. 1-4, p. 531-544, 4/2/ 2003. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848603000139> >.

RESENDE, E. K. D. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aqüicultura no Brasil. **Aquabrazil. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 52-57, 2009.

ROBSON, B. J. State of the art in modelling of phosphorus in aquatic systems: Review, criticisms and commentary. **Environmental Modelling & Software**, v. 61, n. 0, p. 339-359, 11// 2014. ISSN 1364-8152. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136481521400022X> >.

SCHOUMANS, O. F.; CHARDON, W. J.; BECHMANN, M. E.; GASCUEL-ODOUX, C.; HOFMAN, G.; KRONVANG, B.; RUBÆK, G. H.; ULÉN, B.; DORIOZ, J. M. Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. **Science of The Total Environment**, v. 468-469, n. 0, p. 1255-1266, 1/15/ 2014. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713009881> >.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. D. M.; PEREIRA, I. D. C. P. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2º edição. Brasília/ Agência nacional de energia elétrica Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 207 p.

SIMÕES, F. D. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C.; GIMENEZ, S. M. N.; YABE, M. J. S. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 476-484, 9// 2008. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X07000581> >.

SIPAUBA-TAVARES, L.; GOMES, J.; BRAGA, F. D. S. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui"), ponds. **Acta Limnol. Bras**, v. 15, n. 3, p. 95-103, 2003.

SIPAUBA-TAVARES, L. H. **Uso racional da água em aquicultura**. 1º Jaboticabal: UNESP, 2013. 190 p.

TRUE, B.; JOHNSON, W.; CHEN, S. Reducing phosphorus discharge from flow-through aquaculture: III: assessing high-rate filtration media for effluent solids and phosphorus removal. **Aquacultural Engineering**, v. 32, n. 1, p. 161-170, 12// 2004. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860904000755> >.

VALENTI, W. C. A aqüicultura Brasileira é sustentável. **Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair**, p. 13-15, 2008.

VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; DE L PRETO, B. Measuring aquaculture sustainability. **World Aquaculture**, v. 42, n. 3, p. 26, 2011. ISSN 1041-5602.

ZIEGLER, F. 8 - Challenges in assessing the environmental impacts of aquaculture and fisheries. In: SONESSON, U.;BERLIN, J., *et al* (Ed.). **Environmental Assessment and Management in the Food Industry**: Woodhead Publishing, 2010. p.142-161. ISBN 978-1-84569-552-1.

## **CAPÍTULO II:**

### **IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS EFLUENTES DE PISCICULTURAS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

---

*Artigo submetido para a publicação no **Boletim do instituto de pesca** ISSN 1678-2305 (versão on-line). Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos da revista pretendida.*

1 **IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS EFLUENTES DE PISCICULTURAS**  
2 **EM ECOSISTEMAS AQUATICOS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

3 Ingrid Paola Ribeiro Tomaz Cunha <sup>(1)</sup>, Maria de Lourdes Souza Santos <sup>(1)</sup>, Zélia Maria  
4 Pimentel Nunes <sup>(2)</sup> e Mauricio Willians de Lima <sup>(1)</sup>

5 *(1) Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em*  
6 *Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Avenida Presidente Tancredo Neves,*  
7 *2501, Terra Firme, 66.077-901, Belém-PA, email: [paola\\_eng\\_pesca@yahoo.com.br](mailto:paola_eng_pesca@yahoo.com.br),*  
8 *[lourdes.santos@ufra.edu.br](mailto:lourdes.santos@ufra.edu.br) e [mauricio.willians@ufra.edu.br](mailto:mauricio.willians@ufra.edu.br)*

9 *(2) Universidade Federal do Pará, Campos de Bragança-PA, Programa de Pós-*  
10 *Graduação em Biologia Ambiental, Al. Leandro Ribeiro, Aldeia, 68. 600-000,*  
11 *Bragança-PA, email: [znunes@ufpa.br](mailto:znunes@ufpa.br)*

12

13 **Resumo:**

14 A alteração na qualidade de água ocasionada pelo lançamento de efluentes das pisciculturas  
15 em três tributários do rio Caeté e na planície alagada dos campos naturais de Bragança-PA,  
16 localizados na Amazônia Oriental, foi avaliada pelo monitoramento de quatro pisciculturas  
17 entre o período de agosto de 2013 a setembro de 2014. O índice de estado trófico (IET) e o  
18 índice mínimo de qualidade de água (IQAmin) por meio de variáveis hidrobiológicas  
19 determinadas in loco e por meio das análises físico-químicas, em laboratório, das amostras de  
20 água durante o lançamento de efluentes a montante, a jusante e no ponto de drenagem dos  
21 corpos hídricos potencialmente receptores, no ponto de abastecimento de água para o sistema  
22 de criação e do viveiro. Os dados foram analisados pela ANOVA um critério e pela análise  
23 de componentes principais-ACP. Observou-se que o manejo adotado nas pisciculturas  
24 avaliadas favoreceu a alteração da qualidade por meio do processo de eutrofização nos quatro  
25 viveiros avaliados, a qual, somente os viveiros das pisciculturas P1 e P4 obtiveram influência  
26 direta na alteração da qualidade de água nas estações de drenagem nos campos naturais da  
27 Ponta Areia/P1 pela variável Clorofila e no rio Maniteua/P4 pela variável fósforo total e

28 clorofila. Dessa forma, podemos ressaltar que, as pisciculturas desenvolvidas na bacia  
29 hidrográfica do rio Caeté apresentam manejos ambientais insuficientes que repercutem na  
30 qualidade de água dos viveiros e possíveis ameaças de eutrofização in loco. Assim, para a  
31 sustentabilidade ambiental dos sistemas de criação de tambaqui, recomenda-se que haja um  
32 planejamento ambiental da piscicultura respeitando as interações ecológicas (policultivo) e  
33 dos efluentes lançados nos corpos hídricos, redução de efluentes produzidos sem prejuízos a  
34 qualidade de água utilizada e quando possível a realização da despesca sem a drenagem  
35 parcial ou total dos efluentes principalmente na estação seca e possíveis tratamentos de  
36 efluentes, bem como o uso de áreas alagadas.

37 **Palavras-chave:** Criação de peixes, eutrofização, monitoramento e sustentabilidade  
38 ambiental.

39

## 40 **ENVIRONMENTAL IMPACTS GENERATED BY FISH FARMS WASTEWATER IN** 41 **AQUATIC ECOSYSTEM, EASTERN AMAZON**

### 42 **Abstract:**

43 The change in water quality caused by the discharge of effluents from fish farms in three  
44 tributaries of the Caeté River and wetland natural fields of Bragança-PA, located in the  
45 eastern Amazon, was evaluated by monitoring four fish farms in the period between August  
46 2013 to September 2014. The trophic state index (TSI) and the minimum water quality index  
47 (IQAmin) through hydrobiological variables determined on the spot and through physical-  
48 chemical analysis in the laboratory, the samples of water during the discharge of effluents  
49 upstream, downstream and in the drainage point of potentially receiving water bodies in the  
50 water supply point for the breeding and nursery system. The data were analyzed by ANOVA

51 criterion and for the analysis of main components-ACP. It was observed that the management  
52 adopted in the assessed fish farms favored the change in quality through eutrophication  
53 process in all evaluated nurseries, in which, only the nurseries of fish farms P1 and P4  
54 obtained direct influence on the change of water quality in the drainage stations in grasslands  
55 of Ponta Areia/P1 by chlorophyll variable and Maniteua River/P4 by the total phosphorus and  
56 chlorophyll variable. Thus, we can point out that fish farms developed in the basin of the  
57 Caeté river have inadequate environmental management systems that impact on water quality  
58 of ponds and possible threats of eutrophication in loco. So, for the environmental  
59 sustainability of the tambaqui breeding systems, it is recommended that there is an  
60 environmental planning of the fish farms respecting the ecological interactions (polyculture)  
61 and effluents discharged into water bodies, reducing the effluents produced without harming  
62 the quality of water used and when possible the realization of fish removal without full or  
63 partial drainage of effluents especially in the dry season and possible effluent treatment, as  
64 well as the use of wetlands

65 **Keywords:** Fish farming, eutrophication, monitoring and environmental sustainability.

66

67

## INTRODUÇÃO

68 A aquicultura é uma das atividades zootécnicas que mais se expandiu nos últimos  
69 anos, destacando-se na produção de alimentos de proteína de origem animal. A  
70 produção mundial de pescado entre os anos de 2000 e 2012 revelou um crescimento  
71 médio de 6,7% ao ano. Nesse mesmo período, a pesca apresentou redução no  
72 crescimento produtivo de -0,2% enquanto que os sistemas de produção de carne  
73 terrestre cresceram somente 1,2% ao ano (Fao, 2014).

74 A expansão da aquicultura gera efeitos adversos aos ecossistemas aquáticos e torna  
75 a sustentabilidade um dos grandes desafios enfrentados pelo setor (Bosma e Verdegem,  
76 2011), pois há uma interação antagônica entre a produção lucrativa de pescado e a  
77 manutenção do ecossistema aquático.

78 A eutrofização dos ecossistemas aquáticos é um dos principais impactos ambientais  
79 gerados pela piscicultura, (Valenti *et al.*, 2011; Cruz, 2013; Herbeck *et al.*, 2013)  
80 ocasionada pelo acúmulo das sobras de ração; excesso de matéria orgânica e fósforo; e  
81 de volume de excretas dos peixes. Para minimizar esse impacto deve haver o controle  
82 da disponibilidade de nutrientes que são lançados nos ecossistemas aquáticos (Cyrino  
83 *et al.*, 2010; Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010). Uma das práticas metodológicas  
84 desenvolvidas para monitorar e avaliar a sustentabilidade ambiental da aquicultura é a  
85 utilização de indicadores de qualidade de água.

86 Nesse contexto merecem destaque os trabalhos que utilizaram índices aplicados à  
87 aquicultura como Silva *et al.* (2013), ao utilizarem as taxas de conversão alimentar  
88 aparente, eficiência protéica e crescimento específico como indicadores zootécnicos  
89 para avaliar o desempenho de juvenis de tainha (*Mugil Liza*) submetidos à restrição  
90 alimentar. Esses autores também ressaltaram que o manejo alimentar eficiente melhora  
91 o aproveitamento dos nutrientes e maximiza a qualidade de água.

92 Simões *et al.* (2008) propuseram o índice mínimo de qualidade de água (IQA<sub>min</sub>)  
93 utilizando variáveis como fósforo total, turbidez e oxigênio para identificar as áreas  
94 degradadas pela piscicultura. Esse indicador foi utilizado para indicar as áreas  
95 impactadas pela piscicultura nas bacias hidrográficas de São Paulo.

96 Palheta *et al.* (2013) empregaram o índice de estado trófico (IET) proposto por Lamparelli  
97 (2004) utilizando as variáveis fósforo total e clorofila- $\alpha$ , para avaliar o efeito da sazonalidade

98 no sistema de criação de camarão (*Litopenaeus vannamei*). Estes autores demonstraram a  
 99 eficácia deste índice no monitoramento da qualidade de água no estuário do rio Curuçá no  
 100 estado do Pará. Todavia, ressalta-se que há poucos estudos sobre a aplicabilidade do IQA<sub>min</sub> e  
 101 do IET no monitoramento da qualidade de água na aquicultura e os impactos nos ecossistemas  
 102 aquáticos tropicais amazônicos. Assim, identifica-se a carência de estudos que visem  
 103 contribuir para o entendimento da influência dos sistemas de criação de peixes sobre os  
 104 ambientes naturais. Portanto, a proposta deste trabalho é avaliar os impactos ambientais  
 105 gerados pelos efluentes de pisciculturas lançados nas águas superficiais, na Amazônia  
 106 Oriental.

## 107 MATERIAL E MÉTODO

108 O estudo foi conduzido em quatro pisciculturas de criação semi-intensiva do  
 109 tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1816) localizadas na bacia hidrográfica do  
 110 rio Caeté, município de Bragança-PA no período de agosto de 2013 a setembro de  
 111 2014. As pisciculturas foram codificadas de P1, P2, P3 e P4 para preservar o  
 112 anonimato dos piscicultores que aceitaram a participar desta pesquisa (Tabela1).

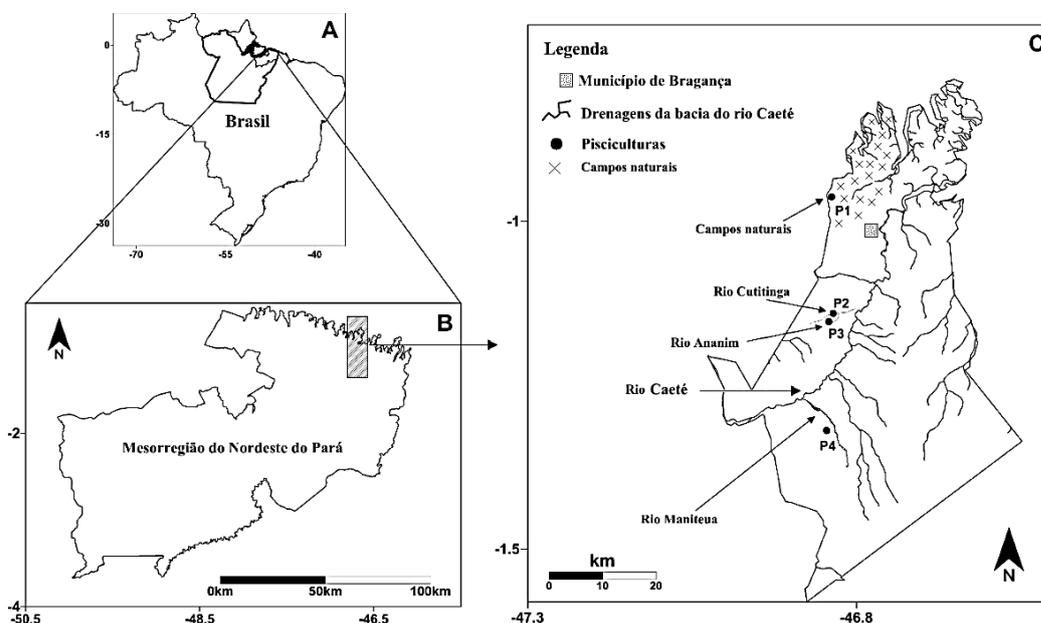
113 **Tabela 1.** Caracterização das pisciculturas.

Descrição	Piscicultura			
	P1	P2	P3	P4
Atividade econômica*	Comercial	Familiar	Familiar	Comercial
Lâmina d' água (m <sup>2</sup> )	31.800	2.000	450	19.500
Nº de viveiros	13	4	1	8
Área do viveiro monitorado (m <sup>2</sup> )	750	800	450	2.880

114 \*Classificação de acordo com a Lei N<sup>o</sup>1.1959/2009 (Brasil, 2009b)

115 A piscicultura P1 está localizada nos campos naturais, na comunidade da Ponta da  
 116 Areia. O seu abastecimento é realizado por gravidade com a água subterrânea e seus  
 117 efluentes lançados diretamente nos campos alagados. A piscicultura P2 no km 10 da

118 estrada do Montenegro com o abastecimento realizado pela água superficial do rio  
 119 Cutitinga e seus efluentes drenados na sua margem ciliar de 30 m. A piscicultura P3 no  
 120 Km 14 da estrada do Montenegro com abastecimento de água do rio Ananim e seus  
 121 efluentes drenados na sua margem ciliar a 46 m. A piscicultura P4 na comunidade de  
 122 Vila Jessé Guimarães com abastecimento de água do rio Maniteua e seus efluentes  
 123 drenados na sua margem ciliar a 54 m, figura 1.

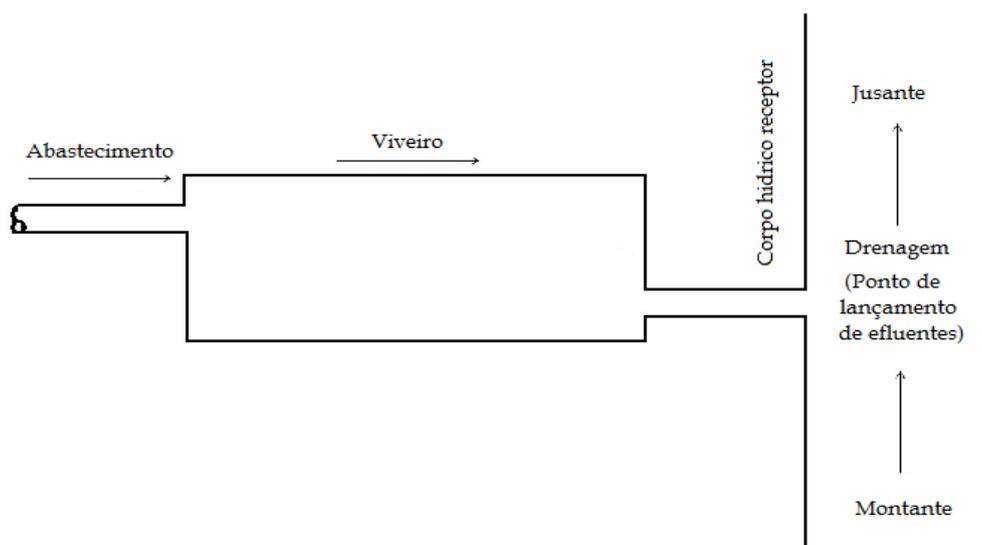


124  
 125 **Figura 1.** Localização geográfica das pisciculturas monitoradas na bacia hidrográfica do rio  
 126 Caeté.

127 Os efluentes avaliados foram gerados pelo processo de engorda do tambaqui em  
 128 viveiros escavados com reposição diária de 10% de água para compensar as perdas por  
 129 infiltração e evaporação de água. Os animais foram alimentados com ração comercial  
 130 de 28% de proteína bruta.

131 A coleta de água para a determinação das variáveis físicas, químicas e biológica  
 132 foram realizadas nos abastecimentos à montante e à jusante no corpo hídrico receptor e  
 133 no local de lançamento dos efluentes (drenagem) (Figura 2). Foram mensuradas *in situ*  
 134 a as variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e sólidos

135 em suspensão com o auxílio do multi-analisador de água, YSI modelo 63. Em  
 136 laboratório foi determinada as variáveis clorofila-  $\alpha$ , N-amoniacal ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ), nitrito  
 137 ( $\text{NO}_2^-$ ) e fosfato ( $\text{PO}_4^-$ ) de acordo com a metodologia descrito em Nusch (1980);  
 138 Wetzel e Likens (1980); Paranhos (1996); Apha (American Public Health Association)  
 139 (2005) respectivamente. O nitrogênio total, nitrato e fósforo total pelos métodos  
 140 descritos em Grasshoff *et al.*(1983).



141  
 142 **Figura 2.** Plano de amostragem de água durante o lançamento de efluentes: Abastecimento de  
 143 água; Viveiro próximo às estruturas hidráulicas utilizadas para drenagem de efluentes;  
 144 Drenagem do efluente no corpo hídrico receptor; Jusante e Montante do corpo hídrico  
 145 receptor do efluente à 50 m de distância do ponto de efluente.

146 Os indicadores de qualidade de água utilizados foram o índice de estado trófico  
 147 (IET) de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004) e o índice mínimo de  
 148 qualidade de água ( $\text{IQA}_{\text{min}}$ ) proposto por Simões *et al.* (2008). O índice do Estado  
 149 Trófico (IET) foi determinado pelas variáveis clorofila- $\alpha$  e fósforo total resultante da  
 150 média aritmética dos valores formados pelas equações estabelecidas entre o Índice do  
 151 Estado Trófico para o fósforo ( $\text{IET}_{(\text{PT})}$ ) e para a clorofila- $\alpha$  ( $\text{IET}_{(\text{Cl-}\alpha)}$ ). Nos ambientes  
 152 lóticos utilizou-se o  $\text{IET}(\text{Cl-}\alpha) = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{Cl-}\alpha)) / \ln 2)) - 20$  e o  $\text{IET}(\text{PT}) =$   
 153  $10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$ , para os ambientes lênticos as equações IET (Cl-

154  $\alpha) = 10 \times (6 - ((-0,92 - 0,34 \times (\ln Cl - \alpha)) / \ln 2))$  e  $IET (PT) = 10 \times (6 - ((1,77 - 0,42 \times (\ln PT)) / \ln$   
155  $2)) - 20$ . Onde, “PT” é a concentração de fósforo total em  $mg.L^{-1}$ ; “Cl- $\alpha$ ” é a  
156 concentração de clorofila  $\mu g.L^{-1}$  e “ln” é o logaritmo natural. Em seguida, os  
157 resultados obtidos foram categorizados em função do grau de trofia estabelecido por  
158 Lamparelli (2004) e Cetesb (2013) em ultraoligotrófica ( $IET \leq 47$ ), oligotrófica  
159 ( $47 < IET \leq 52$ ), mesotrófica ( $52 < IET \leq 59$ ), eutrófica ( $59 < IET \leq 63$ ), supereutrófica  
160 ( $63 < IET \leq 67$ ) e hipereutrófica ( $IET > 67$ ).

161 Avaliação do efeito da piscicultura na qualidade de água nos ecossistemas aquáticos  
162 foi feita por meio do índice de qualidade de água ( $IQA_{min}$ ). Nesse índice as variáveis  
163 utilizadas foram de turbidez, oxigênio dissolvido e fósforo total. Esse índice foi  
164 calculado pela equação:  $IQA_{min} = (COD + CTurb + CP_{Total}) / 3$ , após a normatização de  
165 suas componentes, onde “COD” é a concentração do oxigênio dissolvido, o “CTurb” é  
166 o valor de turbidez e “CP<sub>Total</sub>” é a concentração do fósforo total. Os resultados obtidos  
167 foram categorizados na escala de 0 a 100, em: ótimo ( $80 \leq IQA_{min} \leq 100$ ); Boa ( $52 \leq$   
168  $IQA_{min} < 80$ ); Aceitável ( $37 \leq IQA_{min} < 52$ ); Ruim ( $20 \leq IQA_{min} < 37$ ) e Péssimo ( $0 \leq$   
169  $IQA_{min} < 20$ ).

170 Todos os dados de qualidade de água obtidos foram digitalizadas no banco de dados do  
171 *software* EXCEL versão 2010 e testados quanto à normalidade e homogeneidade das  
172 variâncias. No caso de ausência de normalidade, as variáveis foram transformadas através do  
173  $\text{Log}(X+1)$ . Os dados que mostraram distribuição normal foram realizadas análises de  
174 variância (ANOVA) e para as condições não satisfatórias para a aplicação de ANOVA, optou-  
175 se por utilizar o método não paramétrico de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0.05$ ). A análise de  
176 componentes principais (ACP) foi aplicada para explicar as principais tendências de variação  
177 da qualidade da água, de modo a possibilitar a identificação dos principais componentes

178 responsáveis pela qualidade de água. Estas análises de variância foram efetuadas por meio do  
179 utilitário STATÍSTICA 7.0 e do PRIMER 6.0.

## 180 RESULTADOS

181 No abastecimento foram observados concentrações maiores de nitrogênio total ( $p<0.05$ ),  
182 amônia ( $p<0.001$ ) e nitrito ( $p<0.05$ ) ao comparar com as concentrações encontradas nos  
183 viveiros, no corpo hídrico receptor, à montante, à jusante e no local de lançamento dos  
184 efluentes (drenagem). No entanto, as variáveis de nitrogênio total e amônia não apresentaram  
185 diferenças significativas entre as pisciculturas. Porém, as concentrações de nitrito nas  
186 pisciculturas P1 e P3 foram maiores ( $p<0.005$ ).

187 No viveiro, também não foi observada diferença significativa para a concentração de  
188 nitrogênio total entre as pisciculturas. No entanto, no momento de lançamento de efluentes  
189 nos corpos hídricos, as concentrações de nitrogênio total foram menores no local de  
190 lançamento dos efluentes (drenagem) e na jusante. As variáveis temperatura, clorofila e pH  
191 apresentaram valores maiores nas pisciculturas P1 e P4 ( $p<0.001$ ). Somente na piscicultura P4  
192 foram registradas as maiores concentrações de nitrato, fosfato e fósforo total.

193 Durante o lançamento de efluentes dos viveiros, as concentrações de amônia aumentaram  
194 significativamente no ponto de drenagem desses efluentes nos corpos hídricos receptores,  
195 assim como, a clorofila- $\alpha$  das pisciculturas P1 e P4 ( $p<0.001$ ) e o fósforo total apenas da  
196 piscicultura P1 ( $p<0.001$ ). Ressalta-se que nas pisciculturas, à montante dos corpos hídricos  
197 receptores foram encontradas concentrações de nitrogênio total superior ao ponto de  
198 drenagem e a jusante. Na piscicultura P4, a concentração de fósforo à montante foi superior  
199 ( $p<0.001$ ) ao ponto de captação de água para o abastecimento do viveiro.

200 **Tabela 2.** Valores de  $F$  e  $p$  das variáveis de qualidade de água nas estações de abastecimento;  
201 viveiro; drenagem; montante; jusante e nas pisciculturas (P1, P2, P3 e P4) por meio da

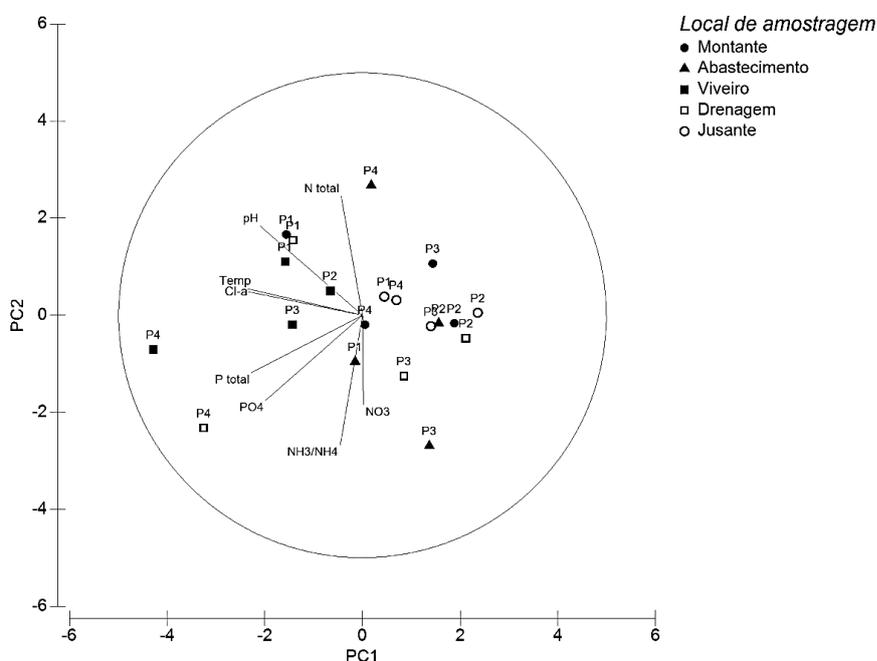
202 ANOVA um critério para análise das variâncias com  $p < 0.05$  e o  $p < 0.001$  (Bragança, PA,  
203 2015).

Variáveis	Estações de amostragem		
	<i>F</i>	<i>p</i>	Significância
Temperatura (°C)	3.95	0.007	Viveiro>Abastecimento; Viveiro>Jusante
Cond. elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	1.98	0.110	ns*
Turbidez (NTU)	1.09	0.369	ns*
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	2.37	0.063	ns*
pH	6.32	0.000	Viveiro>Abastecimento; Viveiro>Jusante Viveiro>Montante; Viveiro>Drenagem
Sól. totais dissolvidos ( $\text{g.L}^{-1}$ )	1.95	0.115	ns
Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	4.92	0.002	Viveiro>Jusante; Viveiro>Drenagem; Montante> jusante, Montante>Drenagem; Abastecimento> Jusante; Abastecimento>Drenagem.
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	7.10	0.000	Abastecimento>Viveiro; Abastecimento>Jusante; Abastecimento>Montante; Drenagem>Montante; Drenagem>Jusante.
$\text{NO}_2^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	4.32	0.004	Abastecimento>Viveiro; Abastecimento>Jusante.
$\text{NO}_3^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	3.08	0.023	Viveiro>Drenagem.
$\text{PO}_4^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	3.35	0.016	Viveiro>Abastecimento; Viveiro>Jusante; Viveiro>Montante.
Fosforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	4.62	0.003	Viveiro>Abastecimento; Viveiro>Jusante; Viveiro>Montante; Montante> Abastecimento; Drenagem> Abastecimento.
Clorofila- $\alpha$ ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	6.89	0.000	Viveiro>Abastecimento; Viveiro>Jusante; Viveiro>Montante; Drenagem>Montante; Drenagem>Jusante; Drenagem>Abastecimento.
Variáveis	Pisciculturas		
	<i>F</i>	<i>p</i>	Significância
Temperatura (°C)	17.42	0.000	P1>P2; P1>P3 P4>P2; P4>P3
Cond. elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	16.67	0.000	P1>P2; P1>P3; P1>P4
Turbidez (NTU)	12.72	0.000	P1>P2; P1>P3; P1>P4 P3>P2 P4>P2
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	7.60	0.000	P1>P3 P2>P3 P4>P3, P4>P2
pH	21.91	0.000	P1>P2; P1>P3; P1>P4 P4>P2; P4>P3
Sól. totais dissolvidos ( $\text{g.L}^{-1}$ )	18.86	0.000	P1>P2; P1>P3; P1>P4
Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	1.16	0.334	ns*
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	0.74	0.531	ns*

$\text{NO}_2^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	4.70	0.005	P1>P4 P3>P2; P3>P4
$\text{NO}_3^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	2.98	0.039	P4>P1; P4>P2
$\text{PO}_4^-$ ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	8.00	0.000	P4>P1; P4>P2; P4>P3
Fosforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	7.62	0.000	P4>P1; P4>P2; P4>P3
Clorofila- $\alpha$ ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	7.86	0.000	P1>P2; P1>P3 P4>P2; P4>P3

204 ns\*: Variação não significativa para  $p < 0.05$

205 Na análise de componentes principais (ACP) os dois primeiros eixos explicaram 61.1% da  
 206 variação das variáveis hidrobiológicas durante o lançamento de efluentes nos corpos hídricos  
 207 potencialmente receptores. O primeiro eixo da ACP (PC1=40%) selecionou as variáveis  
 208 temperatura (-0.471), clorofila- $\alpha$  (-0.469), fósforo total (-0.456) e o pH (-0.419) nos viveiros e  
 209 o ponto de drenagem da piscicultura P4 como responsáveis pela alteração na qualidade da  
 210 água. O eixo 2 explicou 20.1% da variação dos dados pela contribuição de nutrientes  
 211 nitrogenados nas estações de abastecimento da piscicultura P1 com amônia (0.531) e o  
 212 nitrogênio total (-0.491) na piscicultura P4 (figura 3).



213

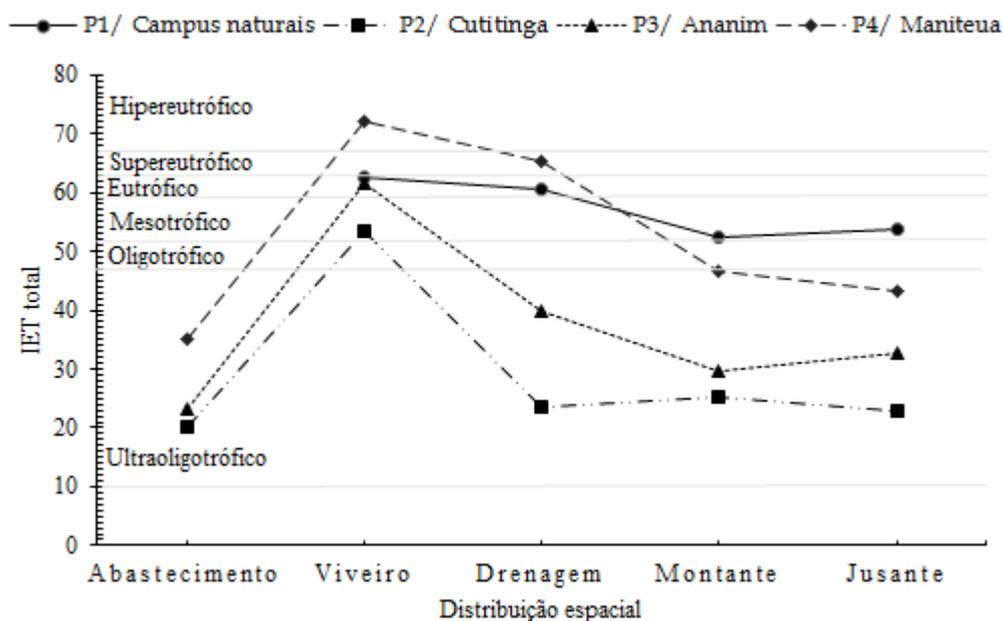
214 **Figura 3.** Contribuição das variáveis físicas e químicas e biológicas na alteração da qualidade  
 215 de água demonstradas no plano bidimensional definida pela correlação linear da PC1 e PC2

216 nas estações de abastecimento, viveiro, drenagem, montante e jusante das pisciculturas P1,  
217 P2, P3 e P4.

218 Assim, observou-se que o manejo adotado nas pisciculturas avaliadas ocasionou a  
219 alteração na qualidade de água por meio do processo de eutrofização nos quatro viveiros  
220 avaliados. Durante o lançamento de efluentes, somente os viveiros das pisciculturas P1 e P4  
221 alteram negativamente a qualidade de água no local de lançamento de efluentes nos campos  
222 naturais da Ponta Areia/P1 pela variável clorofila e no rio Maniteua/P4 pelas variáveis,  
223 fósforo total e clorofila- $\alpha$ .

224 Ressalta-se que, a água subterrânea utilizada para o abastecimento do viveiro na  
225 piscicultura P1 apresentou a maior concentração de amônia total ( $0.33 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e as águas  
226 superficiais do rio Maniteua utilizadas para o abastecimento do viveiro na piscicultura P4  
227 concentrações elevadas de nitrogênio total ( $13.1 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Deste modo, pode se afirmar que há  
228 outras fontes exógenas de descargas de nutrientes nitrogenados que contribuem para alteração  
229 da qualidade de água nos viveiros dessas propriedades.

230 O índice de estado trófico (IET) apresentou diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre o estado  
231 trófico dos ambientes adjacentes aos viveiros. Pois, a água variou de ultraoligotrófico, nas  
232 estações de abastecimento, para mesotrófica, eutrófica, supereutrófica e hipereutrófica nas  
233 águas do viveiro, respectivamente em P2; P3; P1 e P4. Portanto, as pisciculturas P1 e P4  
234 adotaram os piores manejos para o lançamento de efluentes, nos corpos hídricos  
235 potencialmente receptores, em relação as pisciculturas P2 e P3 que lançaram seus efluentes  
236 diretamente em áreas de alagamento natural próximo aos rios Cutitinga/(P2) e Ananim/(P3)  
237 (Figura 4).



238

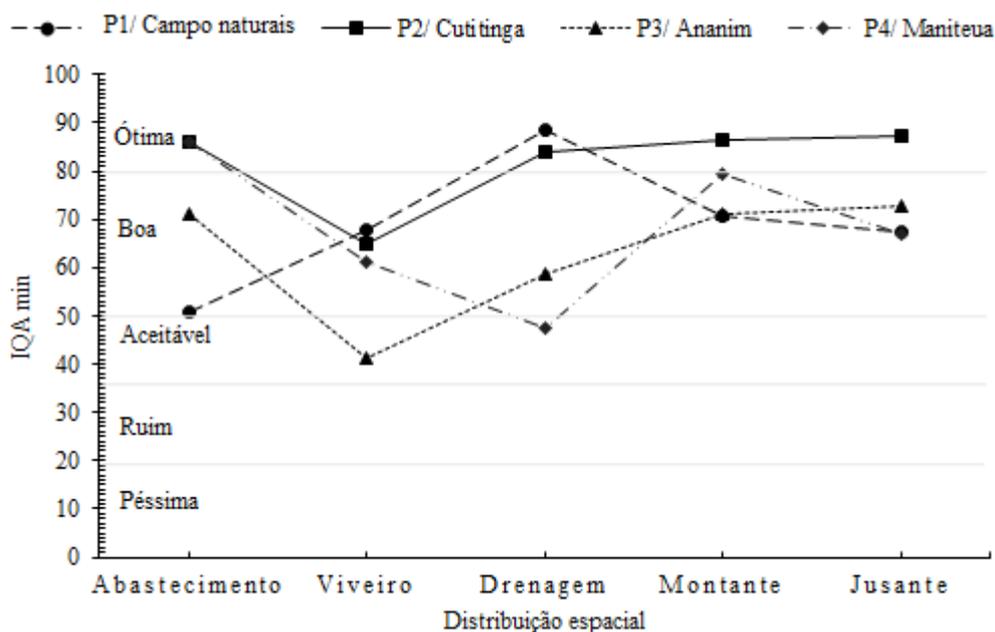
239 **Figura 4.** Variação espacial do estado trófico da água utilizada pelas pisciculturas localizadas  
 240 na bacia hidrográfica do rio Caeté.

241 Os padrões do estado trófico categorizados pelo IET identificaram os viveiros das  
 242 Pisciculturas P1 e P4 como ambientes mais eutrofizados e evidenciou a capacidade diluidora  
 243 do rio Maniteua sobre as cargas de nutrientes advindos do viveiro da piscicultura P4, ao  
 244 permitir que o índice na jusante do rio Maniteua apresentasse a categoria oligotrófica, com  
 245 ausência de fósforo e  $0.78 \mu\text{g.L}^{-1}$  de clorofila- $\alpha$ , (Apêndice 1). Contudo, no viveiro da  
 246 piscicultura P4, a carga de  $P_{\text{Total}}$  de  $2.91 \text{ mg.L}^{-1}$  apresentou concentração moderada da  
 247 biomassa fitoplanctônica (clorofila- $\alpha$   $19.97 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Os níveis de fósforo possivelmente  
 248 apresentaram concentrações moderadas devido a reposição de água perdida pela evaporação e  
 249 infiltração no solo.

250 Cenário observado nas estações à montante e à jusante dos rios Cutitinga (P2) e Ananim  
 251 (P3), pelo estado oligotrófico. Uma vez que, os corpos hídricos potencialmente receptores de  
 252 efluentes das pisciculturas P2, P3 e P4, no momento do lançamento da descarga, apresentaram  
 253 baixa concentração de nutrientes e biomassa algal.

254 Nos campos naturais da Ponta da Areia os pontos de amostragem à montante, drenagem e  
 255 jusante foram categorizadas entre os estados mesotróficos a eutróficos, o que indicam que há  
 256 outras fontes de nutrientes nessas áreas alagamentos, bem como a criação de bubalinos e  
 257 equinos observados *in loco*, além do manejo adotado pela piscicultura P1 e a restrição de água  
 258 pelo verão nessa área.

259 O índice mínimo de qualidade de água (IQA<sub>min</sub>), foi sensível para gerar informações  
 260 pertinentes a manutenção da vida aquática local. O efeito da alteração espacial da qualidade  
 261 de água ocasionado pelo manejo adotado nas pisciculturas P1, P2, P3 e P4. Neste sentido, a  
 262 piscicultura P2 apresentou diferença significativa ( $p < 0,001$ ) em relação as pisciculturas P1,  
 263 P3 e P4. Onde, o IQA<sub>min</sub> demonstrou que o rio Cutitinga durante o lançamento de efluentes  
 264 continuou dentro dos padrões desejados para as variáveis monitoradas ao categorizar a água  
 265 do rio Cutitinga- P2 como “ótima” no abastecimento, drenagem, montante e jusante. No  
 266 viveiro a água apresentou IQA<sub>min</sub> na categoria “boa” (figura 5).



267

268 **Figura 5.** Variação espacial do índice de qualidade de água mínimo (IQA<sub>min</sub>) durante o  
 269 lançamento de efluentes das pisciculturas (P1, P2, P3 e P4) nos corpos hídricos receptores  
 270 (Campo naturais, rios Cutitinga, Ananim e Maniteua).

271 Em relação à manutenção da vida aquática, a categorização do  $IQA_{\min}$  demonstrou o efeito  
272 negativo do manejo adotado da piscicultura P4 na drenagem (47.6/Aceitável) e à jusante  
273 (62.1/Boa) no rio Maniteua. Porém, apesar da categoria do índice na jusante não retornar a  
274 categoria do abastecimento (85.9/Ótima), contudo a qualidade de água no instante do  
275 lançamento ainda foi satisfatório apesar das pequenas alterações na sua qualidade de água  
276 serem observadas.

277 A redução na qualidade de água observada pelo  $IQA_{\min}$ , na categoria “Aceitável” denota  
278 principalmente as alterações nas variáveis de turbidez, oxigênio dissolvido e fósforo total na  
279 drenagem da piscicultura P4 e no viveiro da piscicultura P3. Uma vez que, no viveiro da  
280 piscicultura P3, o baixo oxigênio encontrado, tanto no viveiro ( $3.9 \text{ mg.L}^{-1}$ ), quanto na  
281 drenagem ( $3.6 \text{ mg.L}^{-1}$ ), foi responsável pela categoria aceitável.

282 Na piscicultura P1, observou-se que a água subterrânea utilizada no abastecimento do  
283 viveiro foi categorizada como “Aceitável” por apresentar um baixo nível de oxigênio  
284 dissolvido. Todavia, a alta produtividade primária encontrada no viveiro, no momento do  
285 lançamento de efluentes, proporcionou níveis aceitáveis de oxigênio.

286 Assim, nas pisciculturas avaliadas, o índice de estado trófico e de qualidade de foram  
287 satisfatórios para o monitoramento dos recursos hídricos. Uma vez que, o IET classificou as  
288 águas dos viveiros e as drenagens das pisciculturas P1 e P4 como ambientes eutrofizados.  
289 Além disso, o  $IQA_{\min}$  demonstrou o efeito negativo da piscicultura P4 no corpo hídrico  
290 receptor durante o lançamento de efluentes no rio Maniteua na qualidade “Aceitável”.  
291 Resultados também demonstrados pela análise multivariada.

## 292 **DISCUSSÃO**

293 As pisciculturas avaliadas apresentam baixo potencial de impacto ambiental por ser a  
294 atividade de pequeno porte de baixa severidade da espécie seguindo as diretrizes ambientais

295 da resolução CONAMA 413/2009 (Brasil, 2009a). No entanto, apesar do baixo potencial de  
296 impacto ambiental classificada por esta resolução, essa atividade exercida sem medidas de  
297 gestão do uso do recurso hídrico apresenta possíveis ameaças de impactos ambientais  
298 necessitando do planejamento ambiental do uso do recurso hídrico.

299 Porém, as pisciculturas desenvolvidas nesta bacia hidrográfica apresentam potencialidade  
300 para criação de tambaqui. A espécie apresenta rusticidade, taxas de crescimentos satisfatórios  
301 a faixas de pH ácido (4.0 a 6.0), resistência à hipóxia (valores abaixo de 1 mg L<sup>-1</sup> de oxigênio  
302 dissolvido) e a ação tóxica da amônia não ionizada de até 0.46 mg L<sup>-1</sup> (Ismiño-Orbe *et al.*,  
303 2003; Izel e Melo, 2004; Aride *et al.*, 2007). Os valores do pH encontrados nos ambientes  
304 adjacentes do ponto de lançamento de efluentes variaram de 3.8 a 6.8, valores também  
305 encontrados por Gorayeb *et al.* (2010) na bacia hidrográfica do rio Caeté. Assim como pela  
306 Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- CPRM na estação do nova Mocajuba entre os  
307 anos de 2010 a 2014 como pH variando entre 4.78 a 6.5 (Hidro Web, 2015).

308 As maiores concentrações de nitrogênio e fósforo total determinadas nos viveiros  
309 encontrados nos viveiros podem ser explicados pelo manejo alimentar adotado por cada  
310 piscicultura, e de outros compostos, como adubos e fertilizantes, que contêm esses elementos  
311 (Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010).

312 Pereira *et al.* (2012) corroboram que a utilização do manejo inadequado tem ocasionado  
313 impactos negativos no ecossistema aquático e que para o desenvolvimento da piscicultura em  
314 bases sustentáveis é fundamental o conhecimento do grau de impacto ocasionado e seus  
315 respectivos efeitos em cada sistema de criação e região.

316 Nos viveiros as baixas concentrações de oxigênio das águas das pisciculturas P2 e P3  
317 foram oriundas dos níveis baixos de oxigênio também encontrada nas fontes de abastecimento  
318 de água. Já nas pisciculturas P1 e P4, o processo de eutrofização ficou evidente pela alta

319 produtividade observada nos viveiros para promover os níveis elevados de oxigênio  
320 dissolvido (10.1 e 8.5 mg.L<sup>-1</sup>) no horário de 10:00 horas da manhã a 12:00 horas da tarde  
321 durante o lançamento dos efluentes. Essas altas concentrações de oxigênio observados nestes  
322 horários permite afirmar que há elevada biomassa fitoplanctônica. Segundo Macedo e  
323 Sipaúba-Tavares (2010) a intensa produção primária durante o dia promove possíveis declínio  
324 da taxa de saturação do oxigênio dissolvido no período noturno pela predominância da  
325 degradação do fitoplâncton concomitantemente ao processo de respiração da biota aquática.

326 Na avaliação da qualidade de água, o índice de estado trófico (IET) demonstrou ser  
327 sensível para categorizar os níveis de estado trófico dos viveiros e dos ambientes adjacentes.  
328 Pois o índice categorizou os viveiros e a drenagem das pisciculturas P1 e P4 como ambientes  
329 eutrofizados. Esse processo de eutrofização nos viveiros de criação também foi observado nos  
330 viveiros de camarão em Curuçá-PA (Palheta *et al.*, 2013) Palheta *et al.* (2013). Uma vez que,  
331 o estado de trofia das águas nos viveiros e na drenagem foram consequências da entrada de  
332 carga de fósforo liberada para o ecossistema principalmente pelo fornecimento da ração  
333 durante a alimentação dos peixes, (Cyrino *et al.*, 2010).

334 No presente estudo, o uso do IET modificado por Lamparelli (2004) e o IQA<sub>min</sub> proposto  
335 por Simões *et al.* (2008) para ambientes tropicais mostraram-se apropriados para identificar a  
336 alteração da qualidade de água nos viveiros de piscicultura e nos corpos hídricos receptores  
337 desses efluentes. Possibilitando a gestão do uso dos recursos hídricos disponíveis ao  
338 desenvolvimento da atividade.

339 Simões *et al.* (2008), consideraram o IQA<sub>min</sub> como ferramenta prática para monitoramento  
340 e avaliação de impacto ambiental ocasionado pela descarga em efluentes da carcinicultura  
341 marinha. Portanto, pode-se afirmar que aplicabilidade dos indicadores de qualidade de água,

342 como o IET e o IQA<sub>min</sub>, foram ferramentas adequadas na avaliação do monitoramento  
343 ambiental dos recursos hídricos receptores de efluentes da piscicultura.

344 Assim, as pisciculturas desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Caeté apresentaram  
345 manejos ambientais insuficientes para a manutenção da qualidade de água dos viveiros e dos  
346 ambientes adjacentes ao apresentarem possíveis ameaças de eutrofização *in loco*.

347 Para a sustentabilidade ambiental dos sistemas de criação de tambaqui, recomenda-se que  
348 haja o planejamento ambiental da piscicultura. O planejamento ambiental deverá respeitar as  
349 interações ecológicas existentes na propriedade e no ambiente de criação (Resende, 2009) e a  
350 redução do volume de efluente produzido, sem prejuízo à qualidade da água utilizada na  
351 criação e quando possível, a realização da despesca sem drenagem parcial ou total do viveiro  
352 (Sipauba-Tavares *et al.*, 2003; Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010). A adoção dessas medidas  
353 poderá reduzir o impacto ambiental da piscicultura levando à redução dos níveis de  
354 nitrogênio, fósforo e clorofila- $\alpha$  nos ecossistemas aquáticos. Conseqüentemente, atuando no  
355 controle da eutrofização.

## 356 CONCLUSÃO

357 As informações obtidas no monitoramento do uso do recurso hídrico por meio do índice de  
358 qualidade de água e de estado trófico possibilita aumentar a capacidade preventiva do sistema  
359 de gerenciamento, oferece condições de antecipar situações do processo de eutrofização que  
360 possa causar a mortalidade da biota aquática dos corpos hídricos potencialmente receptores de  
361 efluentes. Além disso, as informações produzidas pelo monitoramento podem ser  
362 extremamente importantes na tomada de decisões sobre as ações dos órgãos ambientais.  
363 Pesquisas nesta linha de trabalho são incipientes e novos estudos fazem necessários para  
364 melhor compreensão da relação do uso da água na produção de pescado com a complexidade  
365 dos ecossistemas aquáticos.

366

**AGRADECIMENTOS**

367 Os autores gostariam de agradecer a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), a

368 Universidade Federal do Pará - Campos Bragança (UFPA- Bragança) e ao CNPq pela

369 disposição de recursos financeiros e logísticos para a execução da pesquisa.

370

371 **Apêndice 1.** Variáveis hidrobiológicas obtidas a partir de amostras coletadas nas imediações das quatro pisciculturas. A temperatura  
 372 (Temp), oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (Turb), fósforo total (P Total), fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), nitrogênio total  
 373 (N Total), amônia total (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), clorofila-a (CL-a), ver a metodologia para obter detalhes sobre os  
 374 métodos.

Identif.	Amostragem	Temp (°C)	CE	Turb (NTU)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	pH	STD	N Total (mg.L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	P Total (mg.L <sup>-1</sup> )	CL-a (mg.L <sup>-1</sup> )
<b>P1/ Campos naturais</b>	Abastecimento	28,8	1315	53	2,55	5,0	0,784	2,50	0,33	0,022	0,01	0,10	0,01	1,96
	Viveiro	27,8	312	60	10,15	8,1	0,193	1,40	0,02	0,003	0,02	0,02	0,07	42,61
	Drenagem	27,9	347	9,2	9,21	7,5	214	2,50	0,02	0,004	0,01	0,02	0,03	54,78
	Montante	32,3	233	49	8,4	6,9	133	4,30	0,02	0,011	0,01	0,01	0,10	3,12
	Jusante	26,8	228	5,1	3,1	5,7	142	1,00	0,02	0,001	0,01	0,01	0,04	2,20
<b>P2/ Rio Cutitinga</b>	Abastecimento	25,9	21	5,9	6,1	4,1	0,014	4,40	0,10	0,005	0,01	0,02	0,01	0,02
	Viveiro	29,26	83	2,8	3,8	5,8	0,050	2,90	0,02	0,002	0,01	0,20	0,14	0,44
	Drenagem	25,21	21	5,3	5,6	3,9	0,014	0,50	0,02	0,005	0,01	0,01	0,01	0,04
	Montante	25,15	21	3,7	6	4,2	0,014	1,00	0,02	0,004	0,01	0,01	0,02	0,04
	Jusante	25,4	21	4,9	6,4	3,8	0,014	1,00	0,02	0,004	0,01	0,00	0,02	0,02
<b>P3/ Rio Ananím</b>	Abastecimento	26,6	28	6,9	3,9	4,4	0,018	1,00	0,17	0,005	0,33	0,01	0,02	0,02
	Viveiro	29,82	61	28	3,9	5,9	0,036	2,70	0,09	0,005	0,01	0,08	0,47	2,68
	Drenagem	26,4	27	11,5	3,6	4	0,017	0,60	0,07	0,005	0,01	0,05	0,13	0,34
	Montante	26,4	29	9	4,2	3,8	0,018	8,60	0,02	0,004	0,01	0,01	0,02	0,10
	Jusante	26,4	27	13,5	4,7	4	0,017	1,00	0,02	0,004	0,01	0,05	0,01	0,31
<b>P4/ Rio Maniteua</b>	Abastecimento	29,6	18	8,3	6,4	6,3	0,010	13,10	0,02	0,004	0,01	0,00	0,01	0,52
	Viveiro	31,9	41	9,7	8,5	6,8	0,023	2,60	0,02	0,003	0,04	2,91	2,90	19,97
	Drenagem	30,6	35	37	6,7	5,2	0,020	1,10	0,31	0,003	0,01	1,93	1,23	31,32
	Montante	29,9	16	3,5	7,2	5,2	0,010	0,70	0,02	0,001	0,05	0,00	0,19	1,31
	Jusante	28,2	21	18	5,5	4,7	0,011	2,00	0,02	0,004	0,03	0,00	0,12	0,78

## REFERÊNCIAS

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard methods for examination of water and waster and waster water**. 2º edição. Washington: APHA, 2005.

APPOLO, C. B.; NISHIJIMA, T. Educação ambiental voltada à piscicultura praticada por pequenos produtores rurais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 214-224 p., 2011. ISSN 2236-1170.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 6, p. 588-594, 2007. ISSN 1365-2109. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01693.x> >.

AVADÍ, A.; PELLETIER, N.; AUBIN, J.; RALITE, S.; NÚÑEZ, J.; FRÉON, P. Comparative environmental performance of artisanal and commercial feed use in Peruvian freshwater aquaculture. **Aquaculture**, v. 435, n. 0, p. 52-66, 1/1/ 2015. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848614003925> >.

BORGES, A. F.; BORGES, M. D. A. C. S.; DE REZENDE, J. L. P.; DURIGON, M. D. S. G. F.; CORTE, A. R.; VIEIRA, F. A. B.; CORIM, R. B.; DA COSTA ALVES, E. Desempenho ambiental da piscicultura na amazônia ocidental brasileira. **Global science and technology**, v. 6, n. 1, p. 12 pg., 2013. ISSN 1984-3801.

BOSMA, R. H.; VERDEGEM, M. C. J. Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits. **Livestock Science**, v. 139, n. 1–2, p. 58-68, 7// 2011. ISSN 1871-1413. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141311001004> >.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 1461554071.

BRASIL. **Decreto Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 , dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências**. Brasília 1967.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, dispõe sobre a proibição da pesca de espécies em períodos de reprodução e da outras providências.** Brasília 1988.

\_\_\_\_\_. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências** 2005.

\_\_\_\_\_. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 413 de 26 de julho de 2009, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.**, 2009a.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.959, de 29 de Junho de 2009, dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.** Brasília 2009b.

\_\_\_\_\_. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura – 2011.** MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, M. P. A. Brasília 60p. p. 2013.

BURKHOLDER, J. M.; GLIBERT, P. M. Eutrophication and Oligotrophication. In: LEVIN, S. A. (Ed.). **Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)**. Waltham: Academic Press, 2013. p.347-371. ISBN 978-0-12-384720-1.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnology and oceanography**, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977. Disponível em: <  
[http://kawishiwiwatershed.com/sites/default/files/Carlson\\_1977%20TSI%20Index.pdf](http://kawishiwiwatershed.com/sites/default/files/Carlson_1977%20TSI%20Index.pdf)  
>.

**CETESB Relatório de qualidade de água superficiais.** COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO. São Paulo: Relatório de Governo /2013 2013.

COSTA, A. F. S.; TEIXEIRA, C. M.; SILVA, C. S.; DO NASCIMENTO, J. A.; OLIVEIRA, M. M.; DE OLIVEIRA QUEIROZ, Y.; DE JESUS SILVA, M. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT**, v. v. 1, n. 1, p. 67-73 p., 2012. ISSN 2316-3135.

CRUZ, P. S. Grupos funcionais em mesoambientes com piscicultura: efeitos da eutrofização artificial na dinâmica e estrutura funcional do fitoplâncton. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 27-40, 2013. ISSN 1981-8203.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSIts). **Ecological Engineering**, v. 60, n. 0, p. 126-134, 11// 2013. ISSN 0925-8574. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413003091> >.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura eo ambiente–o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

D'ORBICASTEL, E. R.; BLANCHETON, J.-P.; AUBIN, J. Towards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. **Aquacultural Engineering**, v. 40, n. 3, p. 113-119, 5// 2009. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486090800109X> >.

DAVIDSON, J.; BEBAK, J.; MAZIK, P. The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 288, n. 3–4, p. 337-343, 3/20/ 2009. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608008934> >.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 33-44, 2007. ISSN 1516-3598.

ESTEVES, F. D. A. **Fundamentos de limnologia**. 2011. 8- 10 p.

FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics**. Rome: 2014. 76 p.

FERREIRA, N. C.; BONETTI, C.; SEIFFERT, W. Q. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, v. 318, n. 3–4, p. 425-433, 8/8/ 2011. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848611004509> >.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. 1º Rio de Janeiro: 2014. 237 p.

GIORDANI, G.; ZALDÍVAR, J. M.; VIAROLI, P. Simple tools for assessing water quality and trophic status in transitional water ecosystems. **Ecological Indicators**, v. 9, n. 5, p. 982-991, 9// 2009. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X08001635> >.

GONÇALVES, T. G. G.; FLORES, G. S. M. F. O uso da água pela aqüicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 1, 2003. ISSN 0046-9939.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Qualidade da água e abastecimento na amazônia: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Caeté (water quality and public supply conditions in the amazon region: the example of the Caeté' s hydrographic river basin, eastern amazon, Brazil). **Revista Mercator**, v. 9, n. 18, p. 135 a 157, 2010. ISSN 1984-2201.

GUTZLER, C.; HELMING, K.; BALLA, D.; DANNOWSKI, R.; DEUMLICH, D.; GLEMNITZ, M.; KNIERIM, A.; MIRSCHEL, W.; NENDEL, C.; PAUL, C.; SIEBER, S.; STACHOW, U.; STARICK, A.; WIELAND, R.; WURBS, A.; ZANDER, P. Agricultural land use changes – a scenario-based sustainability impact assessment for Brandenburg, Germany. **Ecological Indicators**, v. 48, n. 0, p. 505-517, 1// 2015. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X14004129> >.

HAN, H.; LI, K.; WANG, X.; SHI, X.; QIAO, X.; LIU, J. Environmental capacity of nitrogen and phosphorus pollutions in Jiaozhou Bay, China: Modeling and assessing. **Marine Pollution Bulletin**, v. 63, n. 5–12, p. 262-266, // 2011. ISSN 0025-326X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10005400> >.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. Global water crisis and future food security in an era of climate change. **Food Policy**, v. 35, n. 5, p. 365-377, 10// 2010. ISSN 0306-9192. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030691921000059X> >.

HENRIQUES, C.; GARNETT, K.; WEATHERHEAD, E. K.; LICKORISH, F. A.; FORROW, D.; DELGADO, J. The future water environment — Using scenarios to explore the significant water management challenges in England and Wales to 2050. **Science of The Total Environment**, v. 512–513, n. 0, p. 381-396, 4/15/ 2015. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714017495> >.

HERBECK, L. S.; UNGER, D.; WU, Y.; JENNERJAHN, T. C. Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. **Continental Shelf Research**, v. 57, n. 0, p. 92-104, 4/1/ 2013. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434312001288> >.

HIDRO WEB. Sistema de informações hidrológicas. Agência nacional das Águas (ANA), 2015. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=32350000&CriaArq=true&TipoArq=2> >. Acesso em: 20/06/2015.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. D. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1243-1247, 2003. ISSN 0100-204X. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2003001000015&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003001000015&nrm=iso) >.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. **Embrapa Amazônia Ocidental**, v. Documento 32, p. 20 p, 2004. ISSN 1517-3135.

JEGATHEESAN, V.; SHU, L.; VISVANATHAN, C. Aquaculture Effluent: Impacts and Remedies for Protecting the Environment and Human Health. In: NRIAGU, J. O. (Ed.). **Encyclopedia of Environmental Health**. Burlington: Elsevier, 2011. p.123-135. ISBN 978-0-444-52272-6.

JURY, W. A.; VAUX JR, H. J. The Emerging Global Water Crisis: Managing Scarcity and Conflict Between Water Users. In: DONALD, L. S. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v. Volume 95, 2007. p.1-76. ISBN 0065-2113.

KOÇER, M. A. T.; SEVGILI, H. Parameters selection for water quality index in the assessment of the environmental impacts of land-based trout farms. **Ecological Indicators**, v. 36, n. 0, p. 672-681, 1// 2014. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1300366X> >.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí/SP: 2013. 208 p.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235 p. Doutorado (Tese de doutorado). Departamento de ecologia/USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOBATO, T. D. C.; HAUSER-DAVIS, R. A.; DE OLIVEIRA, T. F.; MACIEL, M. C.; TAVARES, M. R. M.; DA SILVEIRA, A. M.; SARAIVA, A. C. F. Categorization of the trophic status of a hydroelectric power plant reservoir in the Brazilian Amazon by statistical analyses and fuzzy approaches. **Science of The Total Environment**, v. 506–507, n. 0, p. 613-620, 2/15/ 2015. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714016143> >.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MARTINS, C. I. M.; EDING, E. H.; VERDEGEM, M. C. J.; HEINSBROEK, L. T. N.; SCHNEIDER, O.; BLANCHETON, J. P.; D'ORBCASTEL, E. R.; VERRETH, J. A. J. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. **Aquacultural Engineering**, v. 43, n. 3, p. 83-93, 11// 2010. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860910000671> >.

MEHTA, L. Water and Human Development. **World Development**, v. 59, n. 0, p. 59-69, 7// 2014. ISSN 0305-750X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X13003021> >.

NUSCH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiol**, v. 14, p. 14-36, 1980.

OLIVEIRA, A. C. B. D.; MIRANDA, E. C. D.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: FRACALOSSO, D. M. e CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1º Edição ampliada. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática., 2013. cap. Cap. 11, p.375 p.

PALHETA, G. D. A.; TAKATA, R.; PALHETA, H. G. A.; MELO, N. F. A. C. D.; ROCHA, R. M.; SANTOS, M. D. L. S. Índices de Qualidade da Água como Ferramenta no Monitoramento da Carcinicultura Paraense. **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (Boletim Técnico Científico do Cepnor)**, v. 12, n. 1, p. 9-15, 2013. ISSN 1676-5664.

PARANHOS, R. **Alguns métodos de análise de água**. Rio de Janeiro: 1996. 200 p.

PEREIRA, J. S.; MERCANTE, C. T. J.; LOMBARDI, J. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; CARMO, C. F. D.; OSTI, J. A. S. Eutrophication process in a system used for rearing the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 387-396, 2012. ISSN 2179-975X. Disponível em: <

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-975X2012000400006&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2012000400006&nrm=iso) >.

PORRELLO, S.; LENZI, M.; TOMASSETTI, P.; PERSIA, E.; FINOIA, M. G.; MERCATALI, I. Reduction of aquaculture wastewater eutrophication by phytotreatment ponds system: II. Nitrogen and phosphorus content in macroalgae and sediment. **Aquaculture**, v. 219, n. 1-4, p. 531-544, 4/2/ 2003. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848603000139> >.

RESENDE, E. K. D. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aqüicultura no Brasil. Aquabrasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 52-57, 2009.

ROBSON, B. J. State of the art in modelling of phosphorus in aquatic systems: Review, criticisms and commentary. **Environmental Modelling & Software**, v. 61, n. 0, p. 339-359, 11// 2014. ISSN 1364-8152. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136481521400022X> >.

SCHOUMANS, O. F.; CHARDON, W. J.; BECHMANN, M. E.; GASCUEL-ODOUX, C.; HOFMAN, G.; KRONVANG, B.; RUBÆK, G. H.; ULÉN, B.; DORIOZ, J. M. Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. **Science of The Total Environment**, v. 468-469, n. 0, p. 1255-1266, 1/15/ 2014. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713009881> >.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. D. M.; PEREIRA, I. D. C. P. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2º edição. Brasília/ Agência nacional de energia elétrica Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 207 p.

SILVA, E. M. D.; SAMPAIO, L. A.; MARTINS, G. B.; ROMANO, L. A.; TESSER, M. B. Growth performance and feeding costs of juvenile mullet subjected to feed restriction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 906-912, 2013. ISSN 0100-204X.

SIMÕES, F. D. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C.; GIMENEZ, S. M. N.; YABE, M. J. S. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 476-484, 9// 2008. ISSN 1470-160X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X07000581> >.

SIPAUBA-TAVARES, L.; GOMES, J.; BRAGA, F. D. S. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui"), ponds. **Acta Limnol. Bras**, v. 15, n. 3, p. 95-103, 2003.

SIPAUBA-TAVARES, L. H. **Uso racional da água em aquicultura**. 1º Jaboticabal: UNESP, 2013. 190 p.

TRUE, B.; JOHNSON, W.; CHEN, S. Reducing phosphorus discharge from flow-through aquaculture: III: assessing high-rate filtration media for effluent solids and phosphorus removal. **Aquacultural Engineering**, v. 32, n. 1, p. 161-170, 12// 2004. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860904000755> >.

VALENTI, W. C. A aquicultura Brasileira é sustentável. **Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aquicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair**, p. 13-15, 2008.

VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; DE L PRETO, B. Measuring aquaculture sustainability. **World Aquaculture**, v. 42, n. 3, p. 26, 2011. ISSN 1041-5602.

VERDEGEM, M. C. J.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J. A. J. Reducing Water Use for Animal Production through Aquaculture. **International Journal of Water Resources Development**, v. 22, n. 1, p. 101-113, 2006/03/01 2006. ISSN 0790-0627. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/07900620500405544> >. Acesso em: 2015/06/19.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis** 2<sup>o</sup>. ed. Springer-Verlag, 1980. 391 p.

ZIEGLER, F. 8 - Challenges in assessing the environmental impacts of aquaculture and fisheries. In: SONESSON, U.; BERLIN, J., *et al* (Ed.). **Environmental Assessment and**

**Management in the Food Industry:** Woodhead Publishing, 2010. p.142-161. ISBN 978-1-84569-552-1.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Em geral, a produção de pescado desenvolvida pela piscicultura tropical de água doce na bacia hidrográfica do rio Caeté, do ponto de vista ambiental, é uma das atividades zootécnicas com potencial de impacto ambiental. Porém, suas consequências podem ser minimizadas com o uso racional da água, práticas de manejo adequados ao ecossistema.
2. O índice de estado trófico e de qualidade de foram satisfatório para o monitoramento do uso do recurso hídrico.
3. O uso de indicadores de qualidade de água bem como o IET e o IQA<sub>min</sub> evidenciam possíveis ameaças de eutrofização pelas práticas inadequadas de manejo adotadas nas pisciculturas P2, P3 e P4 e tornaram-se ferramentas rápidas de avaliação do efeito da piscicultura tropical para o auxílio do aperfeiçoamento das práticas de manejo, com potencialidade para promover a organização dos dados sistemáticos, a orientação de tomada de decisões políticas e auxiliando, por exemplo, na gestão dos recursos hídricos.
4. A sustentabilidade ambiental dos sistemas de criação de tambaqui, recomenda-se que: No manejo alimentar seja utilizada rações com boa qualidade nutricional e alta digestibilidade, com baixo teor de nitrogênio e fósforo sem que haja a redução no seu valor nutricional e que o efluente resultante cumprir as normas estabelecidas pela legislação em vigor.
5. A adoção de medidas de controle do efluente produzido, sem dúvida, irá reduzir o impacto ambiental no desenvolvimento da piscicultura levando à redução dos níveis de nitrogênio, fósforo e clorofila- $\alpha$  nos ecossistemas aquáticos. Conseqüentemente, atuando no controle da eutrofização.

## **ANEXO A:**

### **NORMAS DA REVISTA PARA A PUBLICAÇÃO DO ARTIGO**

---

*Pesquisa agropecuária tropical, ISSN 1983-4063 (versão on-line).*

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES 2014

### ESCOPO DA REVISTA

**O BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA**, ISSN 0046-9939 (impresso) e ISSN 1678-2305 (online), tem por objetivo a divulgação de trabalhos científicos inéditos, relacionados a Pesca, Aquicultura e Limnologia.

### *Política Editorial*

A política da Instituição para o Boletim do Instituto de Pesca inclui a publicação de Artigos Científicos, Notas Científicas e Relatos de Caso e Artigos de Revisão (estes publicados apenas a convite dos editores), originais, que contribuam significativamente para o conhecimento nas áreas de Zootecnia, Limnologia, Biologia e Pesca, Tecnologia do Pescado, sempre com foco direcionado à produção. A publicação dos trabalhos depende da aprovação do Conselho Editorial, baseada em revisão por pares. Após a aprovação do trabalho, os autores devem estar cientes de que os direitos autorais patrimoniais dele decorrentes serão cedidos ao Boletim do Instituto de Pesca, a título gratuito e em caráter definitivo, autorizando a publicação em quaisquer meios e suportes existentes.

### *Informações gerais sobre o Boletim*

É publicado um volume por ano, com o necessário número de fascículos (no mínimo quatro fascículos). Os trabalhos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol. (\*) Se redigidos em inglês ou espanhol, **NECESSARIAMENTE** o texto final deverá ser revisado por um profissional da língua. O processo de avaliação utilizado pelo Comitê Editorial do Instituto de Pesca é o sistema por pares “blind review”, ou seja, sigilo sobre a identidade, tanto dos autores quanto dos revisores. O original do trabalho (uma cópia em pdf **PROTEGIDO** e uma em Word), bem como dos documentos necessários (relacionados no item Submissão de trabalho), devem ser encaminhados ao e-mail: ceip@pesca.sp.gov.br, sendo todos os trâmites necessários para avaliação e publicação realizados via e-mail.

Os trabalhos enviados para publicação no Boletim do Instituto de Pesca podem ter a forma de Artigo Científico, Nota Científica ou Relato de Caso. Artigos de Revisão não serão aceitos por demanda espontânea; apenas a convite dos editores. O(s) autor(es) deve(m) indicar, no ofício de encaminhamento, que tipo de trabalho desejam seja publicado. Entretanto, após avaliação do original, os revisores e/ou editores podem propor que o mesmo seja publicado sob outra forma, se assim julgarem pertinente. Em todos os casos, os dados constantes do trabalho não podem ter sido publicados, exceto na forma preliminar, como

resumo, dissertação, tese ou parte de palestra publicada. O número máximo de autores deverá ser de seis (6), no caso de Artigos Científicos, e quatro (4), no caso de Nota Científica e Relato de Caso. Ocasionalmente serão aceitos mais autores, desde que devidamente justificada a atuação de todos na execução/elaboração do trabalho. Caberá ao **CEIP** verificar a pertinência da justificativa. A autoria do trabalho deve ser definida **ANTES** do encaminhamento ao Comitê Editorial. **NÃO SERÁ PERMITIDA** alteração na autoria do trabalho após a sua aprovação. Se um trabalho não seguir o estilo e formato da revista, será devolvido ao(s) autor(es). A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.

### ***Tipos de publicação***

#### **Artigo Científico**

Trabalho resultante de pesquisa científica, apresentando dados originais, obtidos por meio de experimentação e/ou teoria, baseada em métodos consagrados, rigorosamente controlados e com planejamento estatístico adequado, que possam ser replicados e generalizados. A discussão deve ser criteriosa, com base científica sólida; **NÃO DEVE** se limitar a comparações dos resultados com a literatura (“revisão da bibliografia”), mas apresentar inferências, hipóteses e argumentações sobre o que foi estudado. Na conclusão deve-se escrever o que foi observado de concreto, que não pode ser colocado em dúvida.

#### **Nota Científica**

Comunicação curta, de fato inédito, resultante de pesquisa científica, cuja divulgação imediata se justifica, mas com informações insuficientes para constituir artigo científico. Incluem-se nesta categoria a descrição de uma técnica, o registro da descoberta de uma nova espécie biológica, observações e levantamentos de resultados de experimentos que não podem ser repetidos ou que apresentem número insuficiente de repetições para gerar uma análise consistente dos dados obtidos que possibilitem generalização dos resultados, e outras situações únicas. Deve ter o mesmo rigor científico de um Artigo Científico e conter os elementos necessários para avaliação dos argumentos apresentados.

#### **Relato de Caso**

Trabalho constituído de dados descritivos ou observacionais de um ou mais casos, explorando um método ou problema por meio de um exemplo investigado, específico a uma região, período ou situação peculiar, limitada pela dificuldade de reprodução e que não

permite maiores generalizações. É uma investigação que se assume como particular sobre uma situação específica, única ou especial, pelo menos em certos aspectos, observada em seu ambiente natural, procurando caracterizá-la e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenômeno de interesse. De modo geral, utiliza-se, como metodologia para coleta de dados, observações diretas e indiretas, entrevistas, questionários, registros bibliográficos, entre outros.

### **Artigo de Revisão**

Serão publicados somente a convite do editor ou por decisão do Conselho Editorial. Deverão **NECESSARIAMENTE** ser redigidos em inglês. Estudo aprofundado sobre tema específico ou questão **ATUAL** que requer amplo debate interdisciplinar. **NÃO DEVE** consistir apenas de um resumo de dados, uma revisão bibliográfica, mas conter uma **AVALIAÇÃO CRÍTICA E OBJETIVA** dos dados, o **ESTADO DA ARTE** e **A INVESTIGAÇÃO NECESSÁRIA PARA O AVANÇO** do conhecimento sobre o tema. A metodologia adotada para a coleta dos dados e análise deve ser devidamente indicada e embasada.

## **PROCEDIMENTOS EDITORIAIS**

### **Submissão de trabalho**

Os trabalhos deverão ser enviados, via e-mail (ceip@pesca.sp.gov.br), com a seguinte documentação devidamente assinada:

1. Ofício de encaminhamento do trabalho ao Comitê Editorial do Instituto de Pesca, contendo título do artigo, nome completo do(s) autor(es), seus endereços institucionais e emails, bem como o nome do autor indicado para correspondência e a especificação do tipo de publicação (Artigo Científico, Nota Científica ou Relato de Caso) (modelo no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>, link Documentos);
2. Original do trabalho: uma cópia em pdf **PROTEGIDO** e uma em Word. Os arquivos devem ser identificados com o sobrenome do(s) autor(es) e a data (ex: “Braga 2014”; “Barros e Pereira 2014”; “Pereira et al. 2014”).
3. Todos os trabalhos que envolvem a manipulação de vertebrados e pesquisas em relação ao saber popular devem ter a aprovação prévia do Comitê de Ética e Biossegurança da instituição de origem da pesquisa, sendo necessário disponibilizar o número do protocolo, data de aprovação e enviar cópia do parecer. Pesquisas que envolvem autorização para coleta de animais na natureza devem apresentar o número do protocolo do

IBAMA/ICMBio. É responsabilidade dos autores o cumprimento da legislação específica relacionada a estes aspectos.

**APENAS** após **APROVAÇÃO** do trabalho, deverá ser encaminhada:

1. Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (modelo no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>, link Documentos). O documento deve ser assinado pelo(s) autor(es). Excepcionalmente, na impossibilidade de obter a assinatura de algum dos autores, o autor responsável pelo trabalho deve assumir a responsabilidade pelas declarações.

### **Avaliação do trabalho**

1. O trabalho, submetido ao Boletim, que atender à política Editorial, às normas para submissão e às normas de estruturação do texto (formatação) será pré-selecionado para avaliação linguística (\*) e técnica. Caso contrário, será solicitada a adequação às normas ou a inclusão de documentos, para que a tramitação do mesmo se inicie. (\*) Recomenda-se que o(s) autor(es) busque(m) assessoria linguística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e/ou inglesa e/ou espanhola) ANTES de encaminhar o trabalho para publicação. (\*\*) Se o(s) autor(es) optar(em) em não buscar assessoria linguística antes do encaminhamento, após a **APROVAÇÃO**, se redigidos em inglês ou espanhol, o texto deverá **NECESSARIAMENTE** ser revisado por um profissional da língua.
2. Original de trabalho com inadequações linguísticas, morfológicas ou sintáticas, que por isso exigir revisão criteriosa, poderá ser recusado pelo Comitê Editorial. Trabalhos fora do escopo da Revista ou de pouca relevância científica são rejeitados.
3. Após aprovação pelo **CEIP**, e segundo a ordem cronológica de recebimento, o trabalho é enviado a revisores (no mínimo dois) de reconhecida competência no assunto abordado. Em seguida, se necessário, retornará ao(s) autor(es) para modificações/correções. **JUSTIFICATIVAS** aos revisores, detalhando as correções efetuadas e as recomendações não incorporadas ao manuscrito **DEVEM** ser encaminhadas. O retorno do texto poderá ocorrer mais de uma vez, se assim o(s) revisor(es) solicitar(em). Se as correções não forem adequadamente realizadas ou justificadas, o trabalho poderá ser rejeitado. O prazo de retorno do trabalho corrigido pelo(s) autor(es) ao **CEIP**, cada vez que solicitado, será de até 30 (trinta) dias; caso o prazo não seja obedecido, o processo será automaticamente **CANCELADO**.
4. O trabalho será aceito para publicação se tiver dois pareceres favoráveis, ou rejeitado quando pelo menos dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de pareceres contraditórios,

o trabalho será enviado a um terceiro revisor. Ao Comitê Editorial é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgar necessários.

5. Para a publicação, o Comitê Editorial poderá fazer alterações de formatação para adequar o trabalho ao estilo do Boletim. O trabalho aceito retornará ao(s) autor(es) antes da publicação para eventuais correções e checagem (versão preliminar). Nessa etapa, **NÃO SERÃO PERMITIDAS** alterações de conteúdo. O prazo para devolução será de cinco a sete (5 a 7) dias.

### *Disposições finais*

Casos omissos serão avaliados pelo Comitê.

## **ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO - Formatação**

### *Instruções gerais*

O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word (arquivo “doc”), de acordo com a seguinte formatação:

- fonte Book Antiqua, tamanho 11;
- espaçamento entre linhas: 1,5;
- tamanho da página: A4;
- margens esquerda e direita: 2,5 cm;
- margens superior e inferior: 3,0 cm;
- número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências:
  - . Artigo Científico: 25 páginas;
  - . Nota Científica: 15 páginas;
  - . Relato de Caso: 15 páginas.
- as linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página. As páginas também devem ser numeradas. - enviar cópia em WORD e uma cópia em pdf (PROTEGIDA). - o tamanho máximo de um arquivo individual deve ser 3 MB.

### *Estrutura de Artigo Científico*

A estrutura de Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências.

O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol.

Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito.

## **TÍTULO**

Deve ser claro e conciso (não deve se estender por mais do que duas linhas ou dez palavras), redigido em português e inglês ou, se for o caso, em espanhol, inglês e português. Deve ser grafado em letras maiúsculas e centralizado na página. No caso de trabalho desenvolvido com auxílio financeiro, informar qual a Agência financiadora, na primeira página, indicado com asterisco, também apostado ao final do título. Recomenda-se que não seja inserido o nome científico da espécie e a referência ao descritor, a não ser que seja imprescindível (no caso de espécies pouco conhecidas).

## **NOME(S) DO(S) AUTOR(ES)**

Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome). Redigir em caixa alta apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s). A filiação do(s) autor(es), bem como o endereço completo para correspondência e o e-mail, deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores (NÃO inserir como nota de rodapé), sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário. O número máximo de autores deverá ser de seis (6), no caso de Artigos Científicos. Serão aceitos mais autores, desde que devidamente justificada a atuação de todos na execução/elaboração do trabalho. Caberá ao CEIP verificar a pertinência da justificativa. Não será permitida alteração na autoria do trabalho após a sua aprovação.

## **RESUMO + Palavras-chave**

O Resumo deve conter concisamente o objetivo, a metodologia, os resultados obtidos e a conclusão, em um número máximo de palavras de 250 (duzentas e cinquenta). Deve ser redigido de forma que o leitor se interesse pela leitura do trabalho na íntegra.

- palavras-chave: no mínimo três (3) e no máximo seis (6), em ordem alfabética, redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. Não devem repetir palavras que constem do Título e devem identificar o assunto tratado, permitindo que o artigo seja encontrado no sistema eletrônico de busca.

**ABSTRACT + Keywords**

Devem ser estritamente fiéis ao Resumo e Palavras-chave.

**INTRODUÇÃO**

Deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas. Deve apresentar o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), e estabelecer sua relação com resultados de trabalhos publicados sobre o assunto (de preferência, artigos recentes, publicados nos últimos cinco anos), apresentando a evolução/situação atual do tema a ser pesquisado. O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o constante no Resumo.

**MATERIAL E MÉTODOS**

As informações devem ser organizadas de preferência em ordem cronológica e descrever sucintamente a metodologia aplicada, de modo que o experimento possa ser reproduzido.

Deve conter, de acordo com a natureza temático-científica, a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental. Deve-se evitar detalhes supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados (quando necessárias), indicando o(s) programa(s) utilizado(s) e a(s) referência(s). Evitar o uso de subtítulo, mas, quando indispensável, grafá-lo em itálico, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

**RESULTADOS**

Devem ser apresentados como ITEM ÚNICO, SEPARADO da Discussão. Podem ser apresentados sob a forma de Tabelas e/ou Figuras, quando necessário. Dados apresentados em Tabelas ou Figuras NÃO devem ser repetidos sistematicamente no texto. Tabelas: devem ser numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pelo Título (autoexplicativo); recomenda-se que os dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráfico, a não ser quando absolutamente necessário. As Tabelas devem ter, NO MÁXIMO, 16 cm de largura e devem ser apresentadas em WORD. NÃO apresentar Tabelas em formato de figura ou imagem. Deve-se evitar, sempre que possível, tabela em formato paisagem. Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser quando constituírem unidades de medida. Abreviaturas, se necessárias, devem ter seu significado indicado em legenda, abaixo da Tabela. Figuras: devem

ser apresentadas em boa resolução. Representadas por gráficos, desenhos, mapas ou fotografias, devem ter, NO MÁXIMO, 16 cm de largura e 21 cm de altura. Devem ser numeradas com algarismos arábicos, com Título autoexplicativo abaixo delas. Gráficos e mapas devem ser apresentados com fontes legíveis. NÃO inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros. Os gráficos não devem ter linhas de grade nem margens. Tabelas e Figuras devem ser inseridas no decorrer do texto. Desenhos, mapas e fotografias devem ser apresentados no original e em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital “tif” ou “jpeg”, Ex.: figura x.tif ou figura x.jpeg, e permitir redução para 16 cm ou 7,5 cm de largura, sem perda de definição. Figuras coloridas poderão ser incluídas somente quando estritamente necessário.

## **DISCUSSÃO**

A Discussão deve ser bem elaborada e não apenas uma comparação dos dados obtidos com os observados na literatura. Deve reforçar as idéias principais e as contribuições proporcionadas pelo trabalho, bem como comentar sobre a necessidade de novas pesquisas ou sobre os problemas/limitações encontrados. Evitar repetir valores numéricos, constantes dos resultados, assim como citar Tabelas e Figuras. A Discussão deve conter comentários adequados e objetivos dos resultados, discutidos à luz de observações registradas na literatura.

## **CONCLUSÕES**

As Conclusões devem ser claras, concisas e responder ao(s) objetivo(s) do estudo. Deve ser capaz de evidenciar a solução de seu problema por meio dos resultados obtidos.

## **AGRADECIMENTOS (opcional)**

Devem ser sucintos, dirigidos a Instituição(s) ou pessoa(s) que tenha(m) prestado colaboração para a realização do trabalho, e, de preferência, não ultrapassar cinco linhas.

Estrutura de Nota Científica e Relato de Caso Nota Científica e Relato de Caso devem seguir ordenação similar à de Artigo Científico, contendo Título, Autor(es), Endereços institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras chave, Título em inglês, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Resultados e Discussão, APENAS em Relato de Caso, podem ser apresentados como item único. A formatação segue o mesmo padrão, com exceção do número máximo de autores (quatro), palavras no resumo (150 palavras) e número máximo de páginas (incluindo Tabelas e Figuras): 15 páginas.

### ***Estrutura de Artigo de Revisão***

Deve ser **NECESSARIAMENTE** redigido em inglês. Por se tratar de um artigo diferenciado, não é obrigatório seguir a mesma ordenação aplicada aos demais tipos de artigos. Entretanto, deve conter: Título, Autor(s), Endereço(s) Institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Keywords, Introdução, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências.

### **REFERÊNCIAS (normas para TODOS os tipos de publicação)**

São apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de **TODOS** os autores da obra, a data de publicação, o nome do artigo e do periódico, por extenso, volume, edição e número/intervalo de páginas. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e citados no texto são de responsabilidade do autor. Recomenda-se que, no mínimo, 70% das citações seja referente a artigos científicos, de preferência publicados nos últimos cinco anos. Trabalhos de graduação não serão aceitos. Dissertações e teses devem ser evitadas como referências; porém, **SE ESTRITAMENTE** necessárias, devem estar disponíveis on-line. Livros e Resumos também **DEVEM SER EVITADOS**.

### **Exemplos:**

#### ***Citações no texto –***

Usar o sistema Autor/Data, ou seja, o sobrenome do(s) autor(s) (em letras maiúsculas) e o ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

- para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”.

- para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976), pesquisando...” - Se o artigo QUE ESTÁ SENDO submetido estiver redigido em português usar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver redigido em inglês ou espanhol usar “and” (RICHTER and EFANOV, 1976) ou “y” (RICHTER y EFANOV, 1976), respectivamente.

- para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “et al.” (redigido em itálico). Exemplo: “SOARES et al. (1978) constataram...” ou “Tal fato foi constatado na África (SOARES et al., 1978).”

- para o mesmo autor em anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com SILVA (1980, 1985)...”

- para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula. Exemplo: “...nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIAMAS e BARBIERI, 2002)...”

- Ainda, quando for ABSOLUTAMENTE necessário referenciar um autor citado em trabalho consultado, o nome desse autor será citado apenas no texto (em letras minúsculas), indicando-se, entre vírgulas e precedido da palavra latina apud, o nome do autor do trabalho consultado, o qual irá figurar na listagem de referências. Ex.: “Segundo Gulland, apud SANTOS (1978), os coeficientes...”.

## Citações na listagem de REFERÊNCIAS

### 1. *Documentos impressos* –

Para dois autores, relacionar os artigos referidos no texto, com o sobrenome dos autores (em letras maiúsculas), das iniciais dos prenomes (separadas por ponto, sem espaço), separados por “e”, “and” ou “y”, se o texto submetido for redigido em português, inglês ou espanhol, respectivamente. Se mais de dois autores, separá-los por ponto e vírgula.

As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do autor. Havendo mais de uma obra com a mesma entrada, considera-se a ordem cronológica e, em seguida, a alfabética do terceiro elemento da referência. Após o nome dos autores, inserir a data, o título do artigo, título do periódico (em itálico; **NÃO DEVE SER ABREVIADO**), volume (em itálico), fascículo e páginas. Exemplos:

a) Artigo de periódico (todos os autores devem ser citados) IRSHADULLAH, M. e MUSTAFA, Y. 2012 Pathology induced by Pomporhynchus kashmiriensis (Acanthocephala) in the alimentary canal of naturally infected Chirruh snow trout, Schizothorax esocinus (Heckel). Helminthology, 49: 11-15.

SQUADRONE, S.; PREARO, M.; BRIZIO, P.; GAVINELLI, S.; PELLEGRINO, M.; SCANZIO, T.; GUARISE, S.; BENEDETTO, A.; ABETE, M.C. 2013 Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney and gill of European catfish (Silurus glanis) from Italian rivers. Chemosphere, 90: 358-365.

b) Dissertação e tese (utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário e apenas se estiver disponível on line) BERNADOCHI, L.C. 2012 Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perlífera Pinctada imbricata (Mollusca: Pteriidae), São Paulo, Brasil. São Paulo. 75f. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes.pg.php>> Acesso em: 22 ago. 2014.

c) Livro (utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário) GOMES, F.P. 1978 Curso de estatística experimental. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 430p.

ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. 1991 Long-run economic relationship: readings in cointegration. New York: Oxford University Press. 301p.

d) Capítulo de livro e publicação em obras coletivas MORAES-VALENTI, P. e VALENTI, W.C. 2010 Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D’ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford. p.485-501.

e) Publicação em anais e congêneres de congresso, reunião, seminário (utilizar RESUMOS como referência apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário) BOOCK, M.V.; MARQUES, H.L.A.; SUSSEL, F.R. 2014 Desempenho produtivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii* em viveiro revestido com geomembrana. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 6., AQUACIÊNCIA 2014, Foz do Iguaçu, 1-5/set./2014. Anais... Foz do Iguaçu: Aquabio/Unioeste. 1 CD-ROM.

FUKUDA, B. e BERTINI, G. 2013 Aspectos populacionais do camarão de água doce *Macrobrachium carcinus* (CRUSTACEA: CARIDEA) na região do Vale do Ribeira/SP. In: REUNIÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO DE PESCA, 11., São Paulo, 08-10/abr./2013. Anais eletrônicos... <<http://www.pesca.sp.gov.br/11recip2013/resumos.htm>> p.18-20.

f) Leis, Decretos, Instruções Normativas, Portarias BRASIL, 1988 CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Diário Oficial da União, Brasília, 05 de outubro de 1988, Nº 191-A, Seção 1, p.1.

BRASIL, 2000 LEI Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de julho de 2000, Nº 138, Seção 1:p 45.

BRASIL, 1990 DECRETO Nº 98.897, de 30 de janeiro de 1990. Dispõe sobre as reservas extrativistas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 1990, Nº 22, Seção 1, p.2.

BRASIL, 2007 INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 02, de 18 de setembro de 2007. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para formação e funcionamento do Conselho Deliberativo de Reserva Extrativista e de Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Diário Oficial da União, 20 de setembro de 2007, Nº 182, Seção 1, p. 102.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2010b PORTARIA Nº 77, de 27 de agosto de 2010. Cria o Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. Diário Oficial da União, Brasília, 01 de setembro de 2010, Nº 168, Seção 1:p 69.

2. Meios eletrônicos (Periódicos exclusivamente publicados on line; Documentos consultados online e em CD-ROM) Exemplos: LAM, M.E. e PAULY. D. 2010 Who is right to fish? Evolving a social contract for ethical fisheries. Ecology and Society, 15(3): 16. [online] URL: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art16/>>

CASTRO, P.M.G. (sem data, on line) A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>> Acesso em: 3 set. 2014.

TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de *Achatina fulica* (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55., Recife, 14-18 jul./2003. Anais... Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.

## **OBSERVAÇÕES:**

### ***1. Fórmulas, expressões e equações matemáticas***

Podem ser escritas inseridas no texto, se não apresentarem caracteres especiais; caso contrário, devem ser apresentadas isoladamente na linha. Exemplo: Ganho de peso = peso final – peso inicial.

### ***2. Unidades de medida***

Devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). Exemplo: 10 m<sup>2</sup>; 100 peixes m<sup>-1</sup>; 20 t ha<sup>-1</sup>. 3. Casas decimais Devem ser padronizadas, de acordo com o parâmetro avaliado, ou seja, se foi determinado o comprimento dos animais, com uma casa decimal, indicar, em todo o texto, os valores com uma casa decimal. 4. Anexos e apêndices Devem ser incluídos apenas quando **IMPRESINDÍVEIS** à compreensão do trabalho. Caberá aos Revisores e Editores julgar a necessidade de sua publicação.

## **LISTA DE CHECAGEM**

1. Preparar Ofício de encaminhamento (modelo no link Documentos – download), devidamente assinados pelos autores (preferencialmente) ou pelo autor responsável e escaneá-lo.

2. Verificar se o texto, incluindo Tabelas e Figuras, está digitado em fonte Book Antiqua, tamanho 11, com espaçamento 1,5, em página A4, com margens superior e inferior de 3,0 cm, e esquerda e direita de 2,5 cm.
3. Verificar se o texto não excede o limite de 25 páginas (artigo científico), 15 páginas (nota científica e relato de caso), incluindo Tabelas e Figuras e Referências, e se as linhas e páginas foram numeradas sequencialmente, da primeira à última página.
4. Verificar se o Resumo e o Abstract não excedem o limite de 250 palavras (artigo científico) ou de 150 palavras (nota científica e relato de caso).
5. Verificar se todas as informações sobre os autores estão completas (nome completo, filiação, endereço institucional e e-mail).
6. Fazer revisão linguística criteriosa do texto.
7. Verificar se as Citações e Referências estão de acordo com as normas adotadas pelo Boletim e devidamente correlacionadas.
8. Verificar se as Tabelas e Figuras estão formatadas de acordo com as normas, não excedendo 16 cm de largura e 21 cm de altura.
9. Enviar, via e-mail, o Ofício de Encaminhamento (devidamente assinado e escaneado), duas cópias do texto (uma em arquivo “doc” (Word) e uma em arquivo “pdf” (protegido), devidamente identificadas pelo nome do(s) AUTOR(ES) e a data) e os arquivos referentes às Figuras (quando houver). Quando necessário, enviar cópia do parecer do Comitê de Ética, aprovando a execução da pesquisa. É de total responsabilidade do autor a integridade dos textos enviados.
10. A documentação que não atender estritamente a estas normas não será aceita.
11. Após a APROVAÇÃO, encaminhar a Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (modelo no link Documentos – download) devidamente assinado pelos autores (preferencialmente, em um mesmo documento) ou pelo autor responsável.