



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

---



Lucas Henrique Zanforlin

**QUALIDADE DE ÁGUA DE VIVEIROS DE  
PRODUÇÃO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) E  
SEUS HÍBRIDOS NA REGIÃO DA GRANDE  
DOURADOS - MS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

28 de março de 2016

Dourados -MS

Lucas Henrique Zanforlin

**QUALIDADE DE ÁGUA DE VIVEIROS DE  
PRODUÇÃO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) E  
SEUS HÍBRIDOS NA REGIÃO DA GRANDE  
DOURADOS - MS**

Orientadora: Prof. Dra. Marcia Regina Russo

**Dissertação de mestrado submetida ao  
programa de pós-graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental, como um dos  
requisitos necessários para a obtenção do  
título de mestre em Ciência e Tecnologia na  
área de concentração Ciências Ambientais**

28 de março de 2016

Dourados –MS

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

Z27q	Zanforlin, Lucas Henrique.  Qualidade de água de viveiros de produção de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) e seus híbridos na região da Grande Dourados - MS. / Lucas Henrique Zanforlin. – Dourados, MS: UFGD, 2016.  44f.  Orientadora: Prof. Dra. Marcia Regina Russo.  Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. Parâmetros limnológicos. 2. Viveiros escavados. 3. Monitoramento. 4. Práticas de manejo. 5. Peixes nativos. I. Título.
------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**



## Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: “**Qualidade de água de viveiros de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos na região da Grande Dourados - MS**”, de autoria de **Lucas Henrique Zanforlin**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Regina Russo  
Presidente da banca examinadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Rosa Carrijo Mauad  
Membro Examinador (UFGD)

---

Prof. Dr. Gustavo Graciano Fonseca  
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 28 de março de 2016.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus

A minha família, meu pai Olívio Zanforlin Filho, minha mãe Silvana Cristina Zulian Zanforlin e irmã Grasieli Cristina Zanforlin, agradeço pelo apoio, amor e carinho incondicional.

A minha orientadora Dra. Márcia Regina Russo, pela oportunidade e experiências proporcionadas e pela paciência em ensinar.

Ao Prof Dr. Josue Raizer por me ensinar e ajudar com a parte de estatística do trabalho.

Aos meus amigos, em especial Andréa Fernanda Lourenço da Silva Scanferla e Ynaê Paula Schroder Rosa pela ajuda nas coletas.

A todos os colegas do Laboratório de Biologia Aquática Aplicada e do grupo de pesquisa NUPAQ-MS.

E a EMBRAPA - Agropecuaria Oeste.

Muito obrigado!!

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa da localização da região da grande Dourados no estado de Mato Grosso do Sul..... 19
- Figura 2** – Localização das pisciculturas e suas respectivas coordenadas geográficas na região da Grande Dourados..... 19
- Figura 3** – Morte de peixes (A) e *bloom* de algas (B)..... 29
- Figura 4** -Ordenação das amostras por análise dos componentes principais (PCA). O primeiro eixo recuperou 25 % e o segundo 18 % da variância no conjunto de dados. Em A, as setas indicam as contribuições relativas de cada parâmetro para a ordenação. Em B, pontos preenchidos correspondem a amostras de entrada dos viveiros e pontos vazios amostras de saída, sendo que as ligações entre pares de pontos representam cada um dos viveiros..... 32

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 01.** Características das instalações para cultivo de pacu e seus híbridos nas 10 pisciculturas da região da Grande Dourados avaliadas de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015. .... 22
- Tabela 2** – Médias e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da entrada e saída dos viveiros, comparados com a resolução do CONAMA 357/05 em 10 pisciculturas visitadas na região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015..... 23
- Tabela 3** – Médias e desvios padrão dos parâmetros físicos e químicos de 10 pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015. .... 25
- Tabela 4** - Médias e desvios padrões das variações temporal dos parâmetros físicos e químicos avaliados nas pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 até dezembro de 2014..... 26
- Tabela 5** - Médias e desvios padrões das variações temporal dos parâmetros físicos e químicos avaliados nas pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2015 até dezembro de 2015. .... 26

## **LISTA DE ABREVIACÕES**

Bloom – Proliferação acelerada de algas em meio aquático

BPM – Boas Práticas de Manejo

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Classe 2 - São águas destinadas à aquicultura, atividade de pesca, irrigação e etc

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

GI – Grau de liberdade

MANOVA - Análise de variância multivariada

MS – Mato Grosso do Sul

MPA – Ministério da pesca e aquicultura

NUPAQ-MS - Núcleo de pesquisa em piscicultura do Mato Grosso do Sul

P – Nivel descritivo do teste

PCA - Análise de componentes principais

pH - Potencial hidrogeniônico

SIT - Sistema de informação territorial

UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO ÚNICO: Qualidade de água de viveiros de produção de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) e seus híbridos na região da grande Dourados – MS</b> .....	<b>15</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>15</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>16</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>17</b>
<b>2 Matérias e Métodos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Local de estudo</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2 Coleta</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3 Análise de dados</b> .....	<b>20</b>
<b>3 Resultado e Discussão</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Parâmetros ambientais</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2 Parâmetros recomendados para a atividade</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3 Variação espacial e temporal dos parâmetros físicos e químicos</b> .....	<b>30</b>
<b>4 Conclusão</b> .....	<b>33</b>
<b>5 Referências Bibliográficas</b> .....	<b>34</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>44</b>

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi estruturada nas seguintes seções: Introdução geral, um Capítulo Único e Conclusão.

Na introdução geral é apresentada de forma sintética a importância da piscicultura no cenário mundial e a necessidade de Boas práticas de manejo (BMP) para que a qualidade de água seja adequada na produção de peixes.

O Capítulo Único é constituído pelo artigo científico resultado da pesquisa que será submetido, após sugestões da banca examinadora, ao periódico Ambiente & Água (interdisciplinar com qualis B1). As normas para a submissão do artigo à revista encontram-se em anexo.

O artigo caracteriza a qualidade de água de viveiros de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos na região da grande Dourados – MS, monitorando parâmetros físicos e químicos, para avaliação da qualidade da água. Os parâmetros foram comparados com a legislação ambiental e os valores encontrados em literatura para a atividade.

Um fechamento da pesquisa foi apresentado em forma de conclusão geral, a qual apresenta de forma sintética, com base nos resultados obtidos, a situação da qualidade de água dos viveiros encontrados e uma forma de melhorar o desenvolvimento da atividade.

## INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de peixes é uma atividade antiga, mas o seu crescimento ganhou força apenas recentemente. Nos últimos 30 anos tem sido a atividade de produção animal que mais cresce no cenário mundial com uma taxa de crescimento de 6% ao ano (Zimmermann, 2001, Ostrensky et al., 2008; Kubitzka, 2012). No Brasil a produção aquícola mais expressiva é a de peixes, cujo crescimento foi maior que o mundial, com uma taxa média de crescimento de 10% ao ano, tendo apresentado só no período entre 2007 e 2013 um aumento de 81% na produção (MPA, 2015).

São inegáveis os benefícios que o crescimento da aquicultura tem proporcionado a população, como: provisão de um alimento de boa qualidade e acessível às populações, geração de milhões de empregos e bilhões de dólares em orçamento para o desenvolvimento dos países. Por outro lado, também é uma das atividades mais criticadas mundialmente pelos impactos ambientais que tem causado (Martinez-Porchas e Martinez-Cordova, 2012). Além disso, o crescimento acelerado da atividade dificulta o controle se seus impactos e aumenta a preocupação com a qualidade da água dos sistemas de cultivo, dos efluentes produzidos e do pescado produzido (Matsuzaki, 2004).

Os efluentes gerados pela piscicultura são ricos em ração, fezes, nutrientes e resíduos de produtos químicos usados para tratamentos de doenças e manejo (Eler e Millani, 2007). Segundo McIntosh (2000), o uso de grandes quantidades de ração além do recomendado nos sistemas de criação é uma importante fonte de poluição. As perdas causadas pela quantidade inadequada levam a um aumento das concentrações de matéria orgânica e nutrientes na água causando a eutrofização do ambiente. Um manejo alimentar inadequado, além de provocar uma série de alterações na qualidade da água, também geram grandes prejuízos ao piscicultor pelo desperdício de ração (Rotta e Queiroz, 2003).

No intuito de otimizar a produção nos sistemas de criação, as pisciculturas devem considerar a qualidade de água como uma ferramenta indispensável no ciclo produtivo (Lazzari, 2008). De acordo com Rotta e Queiroz (2003), fatores como: temperatura, oxigênio, alcalinidade, dureza, amônia, nitrito e renovação de água influenciam diretamente na qualidade de água. Moreira (2001) relata que quanto mais turva estiver a água nos viveiros de cultivo, menor será a penetração de luz solar, o que interfere no processo de fotossíntese do fitoplâncton, podendo causar problemas de oxigenação nos viveiros.

A flutuação dos parâmetros físicos e químicos (oxigênio, temperatura, amônia e transparência) e fatores relacionados ao manejo, tais como: alta densidade de estocagem e excesso de nutrientes, provoca estresse nos peixes afetando o sistema imunológico e deixando-os susceptíveis a contaminação ou infecção de patógenos, os quais podem causar surtos de doenças e conseqüentemente aumentar os custos com tratamento dos peixes e da água podendo ainda resultar em mortalidade excessiva (Panisk et al., 2005, Suomalainen et al., 2005, Lima, 2007 e Macedo, 2004).

O entendimento da complexa dinâmica da água é outro fator essencial para a adoção de boas práticas de manejo (BPM) na piscicultura. O movimento e mistura de matéria dissolvida e particulada dentro do ambiente de cultivo, tanto aqueles que ocorrem naturalmente, causados pela ação do vento, das chuvas, do movimento dos animais, quanto àqueles resultantes das ações de manejo como a aeração, arrazoamento, biometria, despesca, tratamento de doenças, entre outros, resulta num grande número de mecanismos

de transporte físicos complexos e interdependentes no ambiente de cultivo que afetam direta ou indiretamente os peixes (Carmouze, 1994; Tavares, 1996).

As BPM podem ser caracterizadas como conjuntos de práticas ou procedimentos para que se possa gerenciar o cultivo de peixes de maneira ambiental e socialmente responsável (Campos, 2007). Essas práticas trazem benefícios como redução dos danos ambientais, melhoria dos efluentes produzidos e melhoram a qualidade de água, aumentando a produtividade das pisciculturas (Queiroz e Kitamura, 2001). As BPM são necessárias para um melhor desenvolvimento da aquicultura e devem adequadas com as características de cada local e tipo de produção (Boyd, 2008). Esteves e Ishikawa (2006) relatam a necessidade de padronização no manejo pelos produtores para um melhor desenvolvimento da atividade.

Para o bom desenvolvimento da atividade é importante que além das BPM, o produtor utilize ou adeque cuidados também com a construção do ambiente de cultivo. Os viveiros devem obedecer a padrões de construção, entre eles capacidade de ser abastecido e drenado individualmente. Outro fator importante é poder esgotar totalmente a água, visando a manutenção, adubação e principalmente a desinfecção. Embora não seja errado utilizar água de renovação ou mesmo de drenagem de outros viveiros, prática extremamente comum na piscicultura, quando a disponibilidade de água é escassa, deve-se ficar atento aos critérios estabelecidos para esse tipo de estrutura de criação, especialmente com relação a densidade de estocagem e as espécies melhores adaptadas a essas condições (Campos, 2007).

Da mesma forma que a falta de práticas adequadas de manejo e construções inadequadas podem degradar a água, poluentes provenientes de fontes pontuais e difusas também tem relevância. As fontes pontuais são caracterizadas por efluentes domésticos e industriais, já as difusas são de resíduos provenientes da agricultura (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros), além do escoamento superficial pelas águas pluviais nas áreas urbanas e em pátios industriais (CETESB, 2009). Estudos sobre avaliação ambiental de sistemas de produção relacionados ao cultivo de peixes em viveiros, lagos e reservatórios mostram que as atividades desenvolvidas no entorno representam uma fonte importante de alteração da qualidade da água e dos índices de produtividade desses sistemas de produção (Goldberg e Triplett, 1977; Csavas, 1993 e CBH-PCJ, 2004).

De acordo com Pádua (2000) e Kubitza (1998), as águas de abastecimento dos viveiros de pisciculturas podem ser de dois tipos: superficial (rios, açudes, córregos ou reservatórios) e subterrânea (provenientes de nascentes e poços, originárias de lençóis freáticos). As águas superficiais são as mais recomendadas para a criação de peixes, ressalvando-se os casos em que essas águas apresentem contaminação por fontes pontuais e difusas de poluição.

As fontes subterrâneas são menos indicadas para uso direto em viveiros devido a altas concentrações de gás carbônico e baixa concentração de oxigênio dissolvido, dependendo da profundidade do poço e do tipo de rocha onde está localizada a água. Para ser utilizada é necessária a construção de um reservatório ou a construção de canais para que a água percorra antes de chegar ao sistema de criação, a fim de favorecer a oxigenação e diminuir as concentrações de gás carbônico (Kubitza, 1998).

Atualmente, com o crescimento expressivo da aquicultura em nível mundial houve um incremento na literatura de material bibliográfico propondo novas tecnologias

de cultivo, melhoramento genético de espécies, ingredientes alternativos para rações, medicamentos e tantas outras tecnologias para melhorar a produtividade na aquicultura. Em contrapartida, tecnologias que minimizem os impactos ambientais causados pela atividade ainda são escassas, complexos em sua implantação e financeiramente inviáveis para maior parte dos piscicultores, especialmente em países pobres e em desenvolvimento, onde grande parte da atividade se destina a subsistência e depende de políticas públicas para seu desenvolvimento.

O Estado do Mato Grosso do Sul encaixa-se nesse cenário, onde a piscicultura como atividade agrícola deu seus primeiros passos em 1990. Neste período iniciou-se a atividade no Estado com o investimento do governo em diversas regiões, principalmente na região sul do Estado, especialmente na região conhecida como região da Grande Dourados, composta por 12 municípios, com área de 21.329,50 Km<sup>2</sup> (SIT/MDA, 2015). Com uma série de atributos que favorecem o desenvolvimento da atividade de criação de peixes, nessa região destacam-se a abundância de áreas com solos argilosos e topografia plana, localizados perto de cursos d'água, e a grande disponibilidade de água de boa qualidade. A maior parte da água disponível é proveniente de nascentes ou córregos. O clima subtropical também é favorável, com apenas alguns meses de inverno quando a temperatura da água cai ocasionalmente a níveis sub ótimos para as espécies tropicais normalmente criadas (Campos, 2007). As espécies de maior importância na piscicultura do Estado são os chamados “peixes redondos” dos quais se destacam o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos Tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) e Patinga (*Piaractus brachypomus* x *Piaractus mesopotamicus*), sendo a maioria produzidas em pequena escala através da agricultura familiar.

Embora seja uma atividade em ampla expansão no Estado, a cadeia produtiva do pescado apresenta um baixo grau de organização e profissionalismo. O desenvolvimento da atividade ainda é incipiente pelo pouco ou nenhum controle da produção pelos piscicultores, sendo que poucos recebem assistência técnica especializada (Michels e Prochmann, 2003, Campos, 2007). Essa deficiência na transferência de informações técnicas tem contribuído com o aumento do número de pisciculturas funcionando sem as devidas licenças ambientais, com projetos e manejo inadequados às espécies produzidas, situação evidenciada pela elevada mortalidade e inconstância da oferta do peixe de piscicultura nos mercados locais. Assim, considerando que as condições de cultivo influenciam sobre o aspecto ambiental, a caracterização dos sistemas de criação e o monitoramento dos parâmetros de qualidade de água são uma ferramenta importante para o diagnóstico da qualidade da água das criações a fim de propor as devidas adequações a fim de diminuir a informalidade na atividade e minimizar os possíveis impactos que estejam causando aos corpos receptores desse efluente.

Com base nestas informações este trabalho tem como objetivo avaliar parâmetros físicos e químicos da água de viveiros de produção de pacu e seus híbridos na região da Grande Dourados, a fim de conhecer a situação atual da água de produção e verificar se estão em concordância com a legislação ambiental e com os valores preconizados para a criação da espécie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYD, C.E.; LIM, C.; QUEIROZ, J.F.; SALIE, K.; WET, L.; McNEVIN, A. Best Management Practices for Responsible Aquaculture. Aquaculture CRSP, Oregon State University, v. 1, p. 1-47. 2008.

CAMPOS, J. L. Manual de boas práticas de produção na piscicultura do arranjo produtivo local da região de Dourados, MS. Dourados: MS Peixe, 2007.

CARMOUZE, J.P. O metabolismo dos ecossistemas aquáticos. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher / Fapesp. 1994.

CBH - PCJ, Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá; Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. "Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2002/2003", 2004.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009. Disponível em: Acesso em: 20 de janeiro de 2016.

CSAVAS, I. Aquaculture development and environmental issues in developing countries of Asia. In: ILCARM CONFERENCE, 31, Manila, Philippines. 1993.

ELER, M. N. e MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa, v.36, 2007.

ESTEVES, K.E. e ISHIKAWA, C.M. Características gerais e práticas de manejo em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, E. K. e SANT'ANNA, C.L. Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana. São Carlos: Rima. 2006.

GOLDBERG, R.; TRIPLETT, T. Murky waters: environmental effects of aquaculture in the United States. Washington: Environmental Defense Fund, 1977.

KUBITZA, F. QUALIDADE DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE PEIXES - PARTE II. Panorama da AQUICULTURA, v. 8, n. 45. 1998.

KUBITZA, F. et al. Panorama da piscicultura no Brasil: estatísticas, espécies, polos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. Panorama da Aquicultura. Vol. 22, n. 132, julho/agosto 2012.

LAZZARI, R. Densidade de estocagem, níveis proteicos e lipídicos da dieta na produção e aceitabilidade do filé do jundiá. Tese de doutorado. PPGZ/UFSM. 149 p. 2008.

LIMA, L. C. Doenças de importância econômica em piscicultura. VII Seminário de aves e suínos – Aves e Suínos Regiões 2007. III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca. Belo Horizonte. 2007.

MACEDO, C.F. Qualidade da água em viveiros de criação de peixes com sistema de fluxo contínuo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Jaboticabal-SP 135p. 2004.

Martinez-Cordova, L. R.; Martinez-Porchas, M. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. The Scientific World Journal, 2012.

- MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, v. 38, n. 5, p. 679- 686, 2004.
- McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming: Low protein feeds and feeding strategies. *The Advocate*. p.48-50. 2000.
- MICHELS, I.; PROCHMANN, A. M. *Piscicultura*. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2003.
- MOREIRA, H. L. M. et al. *Fundamentos da moderna aqüicultura*. Canoas: Ed. da ULBRA, 2001.
- MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Plano safra - Pesca e Aquicultura 2015/1016. Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.mpa.gov.br/files/docs/Planos\\_e\\_Políticas/plano\\_safra/Livro\\_do\\_Plano\\_Safra.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Planos_e_Políticas/plano_safra/Livro_do_Plano_Safra.pdf). Acessado: 20/04/2016.
- OSTRENSKY, A; BORGHETTI, J.R; SOTO, D. *Aqüicultura no Brasil: O desafio é crescer*. SEAP/FAO, Brasília, DF. 276p. 2008.
- PÁDUA, H.B. de. Principais variáveis físicas e químicas da água na aqüicultura. In: *Workshop sobre Qualidade de Água na Aqüicultura*, 1. Pirassununga, 28-30 de agosto de 2000. Anais... v.1. 2000.
- PASNIK, D. J., EVANS, J. J., PANANGALA, V. S., KLESIUS, P. H., SHELBY, R. A., SHOEMAKER, C. A. Antigenicity of *streptococcus agalactiae* extracellular products and vaccine efficacy. *J. Fish Dis.*, 28, 205-12, 2005.
- QUEIROZ, J.F. e KITAMURA, P.C. *Desenvolvimento de Códigos de Conduta para uma Aqüicultura Responsável*. Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, 2001.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. *Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes*. Corumbá: Embrapa Pantanal. 27p. 2003.
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO TERRITORIAL – SIT. Caderno territorial grande Dourados - MS. 2015. Disponível em <http://sit.mda.gov.br/> Acesso 20 de outubro de 2015.
- SUOMALAINEM, L. R.; TIROLA, M.; VALTONEM, E. T. Influence of rearing conditions on *Flavobacterium columnare* infection of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.*, 28. 271-7, 2005.
- TAVARES, L. H. S. Variação de alguns parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura em função da luz. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Rio Claro, SP, v. 8, p. 29-36, 1996.
- ZIMMERMANN, S. Estado atual e tendências da moderna aqüicultura. In: MOREIRA, H. L. M. et al. *Fundamentos da moderna aqüicultura*. Canoas: Ed. ULBRA, 2001.

## CAPITULO ÚNICO

### **Qualidade de água de viveiros de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos na região da grande Dourados - MS.**

Lucas Henrique Zanforlin<sup>1</sup>, Márcia Regina Russo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. Rod. Dourados/Itahum, Km 12, Cidade Universitária, Cx. Postal 533, 79-804-970, Dourados, MS, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. Rod. Dourados/Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP 533, 79-804-970, Dourados, MS, Brasil.

Autor para correspondência: lucaszanforlin@hotmail.com

## RESUMO

ZANFORLIN, L. H. **Qualidade de água de viveiros de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos na região da grande Dourados – MS.** 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

O monitoramento dos parâmetros físicos e químicos na piscicultura constitui uma importante ferramenta para diagnóstico da qualidade da água da criação, da qualidade do pescado produzido, assim como para definição de medidas de controle dos impactos ambientais. Nesse trabalho monitoramos parâmetros físicos e químicos da água de viveiros de produção de pacu e seus híbridos em escala espacial e temporal e avaliamos se estavam em concordância com a legislação ambiental e as recomendações para o cultivo da espécie. O trabalho foi desenvolvido na região da grande Dourados-MS. Foram avaliadas 10 pisciculturas entre os anos de 2014 e 2015. Foram monitorados os parâmetros pH, oxigênio, amônia, nitrito, dureza, alcalinidade, transparência e temperatura, os resultados foram comparados segundo a resolução CONAMA N° 357/2005 e as recomendações para a espécie. Os resultados mostraram que 80% das pisciculturas tiveram a água de abastecimento proveniente de fontes subterrâneas e apenas 20% de fontes superficiais. Em 50% das propriedades a piscicultura foi a fonte principal de renda. As variações espaciais (entrada e saída de água) e temporais nos parâmetros físicos e químicos não foram significativas. No entanto quando se avaliou esses parâmetros entre as pisciculturas foram observadas diferenças significativas (Pillai = 0,52; gl = 38, e 276 e  $p < 0,001$ ), especialmente para o oxigênio, temperatura e transparência, demonstrando que, embora as pisciculturas tenham apresentado semelhança com relação ao tipo de estrutura e espécies produzidas, o manejo efetuado por cada propriedade pode ter influenciado sobre esses parâmetros.

**Palavras-chave:** parâmetros limnológicos, viveiros escavados, monitoramento, boas práticas de manejo, peixes nativos

## ABSTRACT

ZANFORLIN, L, H. **Quality of water from Pacu production farms (*Piaractus mesopotamicus*) and its crossbreeds in the region of great Dourados – MS. 2016.**

Thesis (Master's degree) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

The monitoring of physico-chemical parameters is an important tool to the diagnosis of breeding water quality, of the aspect of produced fish, as well as the definition of control measures for environmental impacts. In this article we monitored physico-chemical parameters of the water in production ponds of Pacu and its crossbreeds, in spatial and temporal scope, and we verified if such parameters were obeying the environmental laws and recommendations to the breeding of the species. This article was developed in the whereabouts of the great Dourados. 10 piscicultures were visited throughout the years of 2014 and 2015. The parameters monitored were pH, oxygen, ammonia, nitrate, hardness, alkalinity, transparency and temperature, the results were compared to both the resolution number 357/2005 of CONAMA and the recommendations to the species. The results showed that 80% of the fish ponds utilize water from underground sources and only 20% make use of surface water. In 50% of the properties, fish breeding was the main source of income. The spatial variations (inflow and outflow of water) and temporal in physico-chemical parameters were not meaningful. However, when such parameters were analyzed among the fish ponds, meaningful discrepancies were observed (Pillai = 0,52;  $gl = 38$  e  $276$ ,  $p < 0,001$ ), especially in oxygen, temperature and transparency, demonstrating that, even though fish ponds have shown resemblance when it comes to the structure and species produced, the approach taken by each property might have influenced those parameters.

**Keywords:** Limnological parameters, earthen ponds, monitoring, best management practices, native fishes.

## 1. INTRODUÇÃO

O funcionamento de um viveiro escavado, assim como qualquer outro ecossistema aquático, ocorre pelo balanço entre os processos de produção e decomposição. Enquanto o ambiente fornece alimento, abrigo, espaço e oxigênio; recebe metabólitos como fezes, amônia excretada pelas brânquias, CO<sub>2</sub> e outros compostos dos animais produzidos e dos organismos que crescem naturalmente no sistema como os organismos do plancton, bentos, perifíton e outros microorganismos. O processo de decomposição dos metabólitos consome oxigênio, enquanto íons amônia e nitrito, potencialmente tóxicos são liberados na água (Bosman e Verdengen, 2011).

Nos sistemas de cultivo onde há pouca ou nenhuma troca de água, situação da maioria das pisciculturas da região, faz-se necessário limitar os processos de decomposição, controlando a densidade de estocagem, a alimentação, fornecendo oxigenação extra através de aeradores e/ou renovação da água, como forma de evitar a mortalidade dos animais produzidos (Brune e Drapcho, 1991). Quando essas medidas não são efetuadas corretamente, não só a produção é comprometida, mas também o corpo de água receptor (córrego, rio, lago) que vai receber esses efluentes.

A despeito de todos os benefícios proporcionados pelo cultivo de animais aquáticos pela qualidade nutricional da carne, da importância social, econômica e pela geração de emprego e renda, hoje a aquicultura é mundialmente criticada pelos impactos ambientais que tem causado nos corpos hídricos receptores (Lima, 2010; Martinez-Porchas e Martinez-Cordova, 2012). Com relação especificamente a prática da piscicultura, a água oriunda do cultivo de peixes carrega grandes quantidades de nutrientes e sólidos em excesso, devido às elevadas taxas de densidade de estocagem e ração em excesso, especialmente nos sistemas intensivos de produção (Ghate, 1997). Segundo Sipaúba-Tavares (2002) é extremamente importante o cuidado com a água proveniente de sistemas de criação de organismos aquáticos, através da melhoria do manejo empregado e a adoção de práticas que auxiliem na manutenção de uma qualidade de água adequada.

A qualidade da água afeta o bem-estar dos peixes diminuindo a sobrevivência, influenciando na reprodução, crescimento e dificultando as ações de manejo de rotina. De acordo com Melo (1999) muitas das características da água do viveiro vêm da água do abastecimento, algumas dessas particularidades são elevadas concentrações de matéria orgânica, elementos químicos e presença de microrganismos. Por outro lado, é fato que, pelas exigências de qualidade de água requeridas para a criação de peixes, a água que deixa os sistemas de produção, com raras exceções, quando recebe algum tipo de tratamento, sai bem pior do que entra nas pisciculturas.

O uso intensivo de recursos hídricos para a piscicultura pode gerar muitos danos e precisam ser constantemente monitorados, desse modo, o monitoramento ambiental torna-se uma importante ferramenta de prevenção e controle dos impactos ambientais (Sampaio et al., 2013).

Segundo a legislação brasileira nortada pela resolução CONAMA N° 357/2005 a água de cultivo de animais aquáticos é caracterizada como águas de Classe 2 que são destinadas à aquicultura e para outros fins como à atividade de pesca, irrigação entre outras. Essa resolução exige padrões de qualidade para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo.

Em 2011 a produção brasileira de peixes foi de 544,4 toneladas, os peixes redondos representaram 36% da produção total, em 2010 sua representatividade era de 24,6%, o que mostra um aumento de 11,4% no cultivo de peixes redondos. O Pacu atingiu o 5º lugar na produção nacional entre 2008 e 2011, e seu cultivo vem crescendo a uma média de 2 toneladas por ano (MPA, 2010 e 2011).

As pisciculturas no estado do Mato Grosso do Sul estão acompanhando esse crescimento nacional. No Estado, a região que vem se destacando e apresentando uma maior produtividade é a região da Grande Dourados, que se situa no centro-sul do Estado (Campos, 2007).

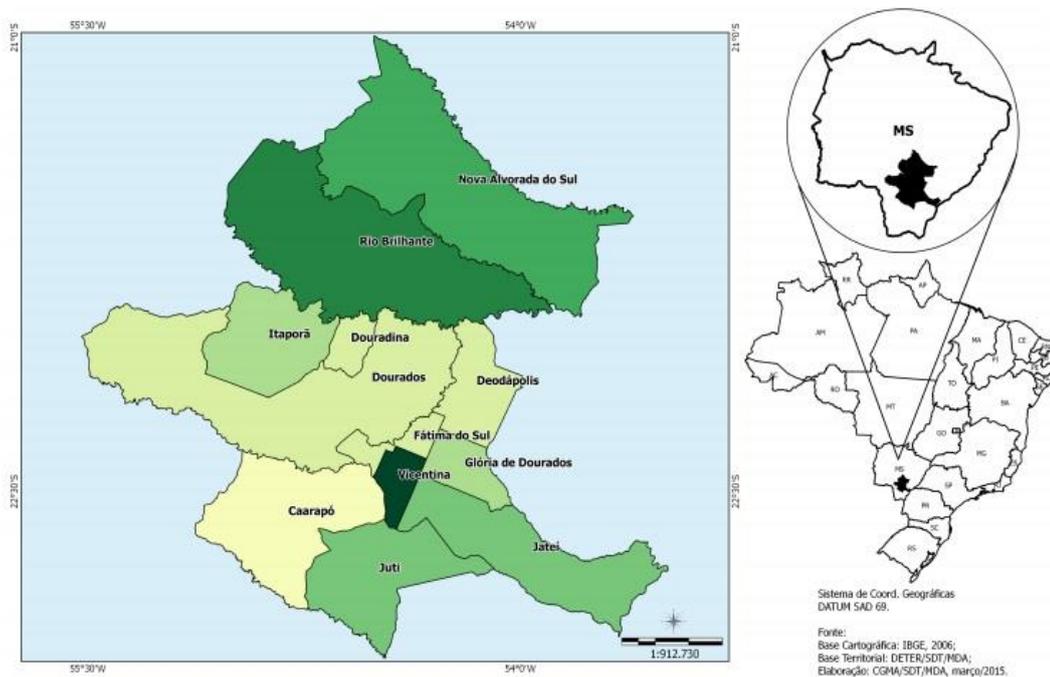
No estado do MS, seis espécies se destacam na produção comercial, estando o pacu *Piaractus mesopotamicus* e seus híbridos entre elas o Tambacu e Patinga. O pacu é a espécie que aparece com a maior frequência nas pisciculturas da região (Gontijo et al., 2005). O pacu, pode ser encontrado em toda a América do Sul é uma espécie que suporta bem as variações físicas e químicas da água (Severi, 1991). Sua criação comercial tem aumentado devido ao excelente sabor de sua carne, o baixo custo de produção e manutenção, a resistência a patógenos e pela alta adaptabilidade ao cultivo em viveiros, além de ser uma espécie que agrada pescadores esportivos (Abimorad e Carneiro, 2004). Segundo Castagnolli (1992) a grande tolerância nas variações da qualidade de água viabiliza seu cultivo em ambientes artificiais como viveiros escavados. De acordo com (Carneiro, 1995) essa expansão no cultivo se deve também ao seu rápido desenvolvimento e facilidade na adaptação alimentar, usando apenas alimentação artificial. O pacu é citado como de grande importância comercial por diversos autores (Severi, 1999; Castagnolli e Zuim, 1985; Calcagnotto, 1998; Resende, 2003).

Com base nestas informações este trabalho avaliou no âmbito espacial e temporal os parâmetros físicos e químicos da água de viveiros de produção de pacu e seus híbridos na região da Grande Dourados, a fim de se conhecer a situação atual da água de produção da espécie e compará-la com os valores preconizados pela legislação ambiental e para o cultivo da espécie.

## **2. MATÉRIAS E MÉTODOS**

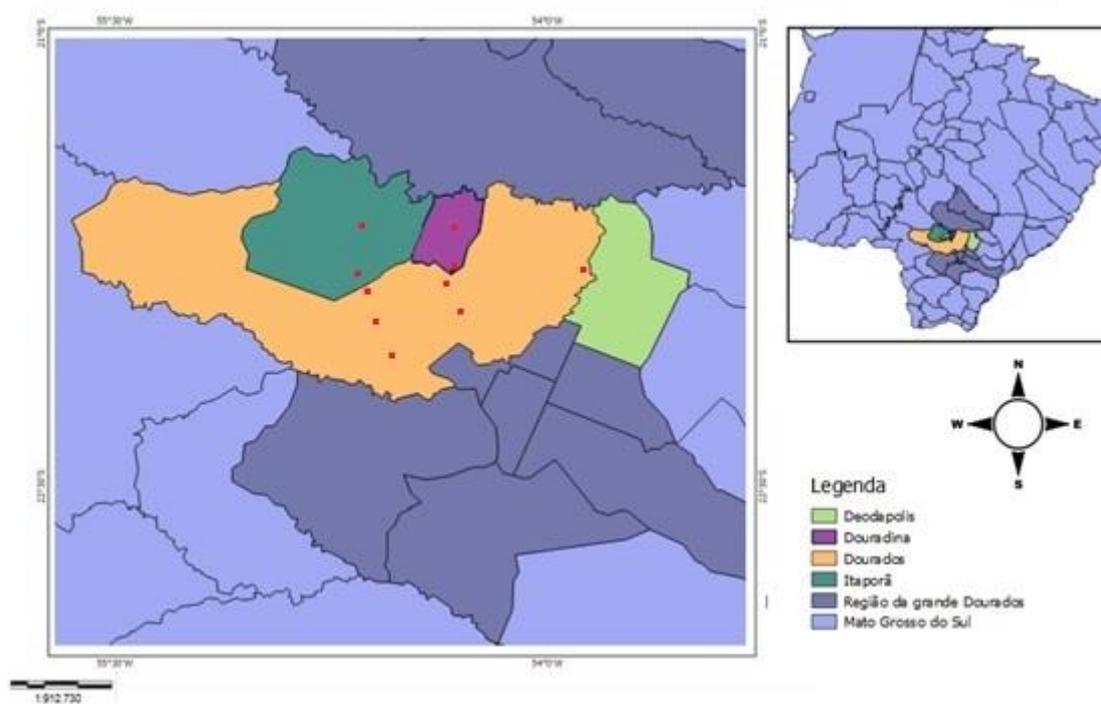
### **2.1. Local de estudo**

O trabalho foi desenvolvido na região da Grande Dourados, localizada no centro-sul do estado. Foram avaliadas 10 pisciculturas pertencentes a quatro municípios: Deodópolis, Douradina, Dourados e Itaporã (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa da localização da região da Grande Dourados no estado de Mato Grosso do Sul. Fonte: SIT/MDA (2015)

As pisciculturas visitadas estão localizadas segundo suas coordenadas geográficas (Figura 2), cada ponto em vermelho no mapa representa uma propriedade avaliada.



**Figura 2.** Localização das pisciculturas e suas respectivas coordenadas geográficas na região da Grande Dourados.

## 2.2. Coleta

Inicialmente foram realizadas entrevistas com os proprietários, para obtenção de informações acerca da fonte da água de abastecimento (superficial ou subterrânea), das atividades desenvolvidas no entorno das pisciculturas (industrial ou agrícola) e se a atividade era fonte principal ou secundária de renda. Foi levantado também dados de profundidade da entrada e saída dos viveiros, densidade de estocagem, tamanho dos viveiros e sua forma de abastecimento, se eles tinham entrada dependente ou independente de água. Os peixes foram pesados e medidos antes do início do cultivo.

As coletas de água ocorreram de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015 em 10 pisciculturas. Foram realizadas 5 coletas em cada piscicultura, analisando 2 viveiros de cada propriedade. As coletas foram realizadas em dois pontos dos viveiros, sendo um próximo a entrada de água e outro próximo a saída. Os parâmetros físicos e químicos analisados foram pH, temperatura, oxigênio, transparência, amônia, nitrito, alcalinidade e dureza. Para a comparação com a resolução CONAMA N° 357/2005 os parâmetros utilizados foram, pH, oxigênio, amônia e nitrito. Os demais parâmetros foram comparados com resultados encontrados na literatura para o pacu.

Para a coleta de água foram utilizados potes de polietileno de 500 ml e para as medidas dos parâmetros uma sonda multiparâmetro (Hanna 9828), (Oxímetro YSI-55), disco de Secchi e kit colorimétrico (Alfa kit). Para a coleta das coordenadas geográficas utilizou-se um aparelho de GPS (Garmin, Oregon 600).

## 2.3. Análise de dados

Para obter um gradiente representativo da variação dos parâmetros físico e químicos da água em escala espacial e temporal foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) considerando-se as correlações entre tais parâmetros. Em seguida, a fim de avaliar a significância da relação entre os eixos gerados pela PCA e as variáveis espacial (entrada e saída de cada viveiro, entre os viveiros e entre as pisciculturas) e temporal (ao longo das cinco coletas) foi utilizada análise de variância multivariada (MANOVA) considerando a estatística Pillai, para rodar as análises estatísticas foi utilizado o programa R.3.2.1.

## 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Quanto ao tipo de fonte de abastecimento das pisciculturas, 80% é proveniente de fontes subterrâneas (nascentes) e apenas 20% de fontes superficiais (rios e córregos). Em 35% das pisciculturas os viveiros foram construídos em cima de nascentes de água, o que infringe o código florestal LEI N° 12.727, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012. De acordo com Mota e Aquino (2003), as nascentes são áreas frágeis e sensíveis e desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade, quantidade e garantia de perenidade da água dos córregos, ribeirões e rios. Os viveiros construídos em cima de nascente prejudicam a qualidade de água da nascente, comprometendo todo o sistema de abastecimento da propriedade.

Na região de entorno das pisciculturas as duas principais atividades praticadas são agricultura, predominando o cultivo de cana de açúcar e milho, e em apenas (30%) dos casos ocorreu a pecuária. A agricultura influencia diretamente no cultivo de peixes,

segundo Bhat e Pandit (2014) os resíduos de pesticidas e fertilizantes chegam a água de abastecimento e viveiros através de lixiviação, prejudicando a qualidade da água. Quanto a representatividade da atividade da piscicultura como fonte de renda, foi constatado que para cinco delas (50%) a fonte principal de renda vem do cultivo de peixes. Para as outras cinco (50%) a propriedade é utilizada como uma fonte mista de atividades, predominando agricultura e pecuária como fonte principal (Tabela 1).

**Tabela 01.** Características das instalações para cultivo de pacu e seus híbridos nas 10 pisciculturas da região da Grande Dourados avaliadas de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015.

Piscicultura	Fonte de renda	Práticas agrícolas no entorno	Tipo de entrada no viveiro, dependente ou independente.		Fonte de abastecimento	Profundidade da entrada de água (m)		Profundidade e da saída de água (m)		Área dos viveiros (m <sup>2</sup> )		Densidade de estocagem (Kg/m <sup>2</sup> )	
			V1	V2		V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
1	Secundaria	Pecuária	Independente	Independente	Nascente	1,5	1,5	1,8	1,8	600	700	1,71	1,75
2	Primaria	Agricultura	Dependente	Dependente	Nascente	1,5	1,5	1,8	1,8	2000	2000	2,22	1,33
3	Primaria	Pecuária	Independente	Independente	Nascente	1,5	1,5	1,7	1,7	1000	1500	1,66	1,22
4	Primaria	Agricultura	Independente	Independente	Nascente	1,5	1,5	1,7	1,7	1200	1200	1,84	1,71
5	Secundaria	Agricultura	Independente	Independente	Nascente	1,3	1,3	1,7	1,7	1200	1200	1,33	0,92
6	Secundaria	Pecuária	Dependente	Dependente	Nascente	1,2	1,2	1,5	1,5	2800	2900	1,4	1,38
7	Secundaria	Agricultura	Independente	Independente	Nascente	0,8	0,9	1,3	1,4	6000	6000	0,85	0,92
8	Secundaria	Agricultura	Dependente	Dependente	Nascente	1,3	1,3	1,5	1,5	4600	4600	1,53	1,64
9	Primaria	Agricultura	Dependente	Dependente	Rio	1,3	1,3	1,5	1,5	6000	6000	0,9	0,93
10	Primaria	Agricultura	Dependente	Dependente	Rio	1,3	1,3	1,5	1,5	7000	7000	0,93	0,87

Os peixes apresentaram no início do cultivo, uma média de peso de  $1040 \pm 496$  g, comprimento total de  $37 \pm 6,2$  cm e de comprimento parcial  $33 \pm 4,9$  cm. A média de densidade dos viveiros visitados foi de  $1,35 \pm 0,40$  peixes por  $m^2$ . Segundo Braz (2007) o recomendado para o cultivo de pacu é uma densidade de 0,5 a 1 por  $m^2$ . Quando há uma boa renovação de água, recomenda-se dobrar a densidade, podendo chegar de 1 a 2 peixes por  $m^2$ . A densidade dos viveiros visitados teve média de  $1,35 \pm 0,40$  peixes por  $m^2$ , uma média alta que junto com a baixa renovação de água de algumas propriedades influenciaram diretamente na qualidade de água, a alta densidade de estocagem é um dos fatores que prejudicam a produção e a água dos viveiros. De acordo com Braz (2007) com baixa renovação não se deve extrapolar 1 peixe por  $m^2$ , essa densidade foi ultrapassada nas propriedades visitadas. A densidade de estocagem variou muito em cada propriedade, o manejo aplicado por cada produtor ocorreu de forma diferente como podemos ver na (Tabela 1)

As profundidades dos viveiros foram em média de  $1,32 \pm 0,19$  m na entrada, já a saída teve média de  $1,60 \pm 0,15$  m. De acordo com Faria (2013) os viveiros não devem ter profundidade menor que 0,80 m na entrada e 1,80 m na saída. Apesar de estar dentro dos limites recomendados, as profundidades variaram muito (Tabela 1). Os viveiros com profundidades elevadas favorecem regiões com estratificação térmica que podem promover zonas anaeróbicas, prejudicando a qualidade de água e o crescimento dos peixes, viveiros profundos geram gastos maiores, encarecendo o projeto. Já quando a profundidade é baixa favorece o crescimento de plantas aquáticas, as plantas competem com os peixes pelo oxigênio no período noturno, e prejudicam na hora da despesca. Os viveiros tiveram média de tamanho de  $3275 \pm 2338,66$   $m^2$ , as propriedades que tinham a piscicultura como fonte de renda principal, apresentaram viveiros maiores, com média de  $3490 \pm 2631$   $m^2$ , nas propriedades em que a atividade era fonte secundária de renda, a média foi de  $3060 \pm 2125$   $m^2$ .

### 3.1. Parâmetros ambientais

Quando avaliados os parâmetros físicos e químicos na entrada e saída dos viveiros (Tabela 02) em todas as pisciculturas as condições da água de cultivo estiveram de acordo com a legislação do CONAMA 357/05, sendo o pH entre 6,0 e 9,0, oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L  $O_2$ , amônia abaixo de 2,0 mg/L N e nitrito abaixo de 1,0 mg/L N. Todos esses parâmetros estiveram de acordo.

**Tabela 02.** Médias e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da entrada e saída dos viveiros, comparados com a resolução do CONAMA 357/05 em 10 pisciculturas visitadas na região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015.

Parâmetro	Entrada	Saída	Média Geral	Resolução CONAMA 357
pH	$7,15 \pm 0,6$	$7,15 \pm 0,56$	$7,15 \pm 0,55$	6 a 9
Temperatura (°C)	$27,18 \pm 4,63$	$27,35 \pm 4,64$	$27,26 \pm 4,62$	
Oxigênio (mg/L)	$7,04 \pm 2,59$	$6,67 \pm 2,41$	$6,85 \pm 2,50$	$\geq 5$ mg/L $O_2$
Alcalinidade (mg/L)	$49,25 \pm 15,7$	$46,1 \pm 15,51$	$47,67 \pm 15,64$	
Dureza (mg/L)	$54,33 \pm 16,22$	$54,91 \pm 15,43$	$54,62 \pm 15,78$	
Amônia (mg/L)	$0,30 \pm 0,45$	$0,37 \pm 0,62$	$0,33 \pm 0,54$	$\leq 2$ mg/L N
Nitrito (mg/L)	$0,01 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,05$	$0,017 \pm 0,04$	$\leq 1$ mg/L N
Transparência (cm)	$30,79 \pm 17,3$	$30,34 \pm 17,72$	$30,56 \pm 17,47$	

Quando comparados os valores dos parâmetros físicos e químicos entre as pisciculturas foi observado altos valores dos desvios padrões, apresentados (Tabela 2), principalmente os de oxigênio, alcalinidade, dureza e transparência mostraram uma falta de padronização nas BPMs aplicadas por cada produtor. A temperatura apresentou altos valores de desvio padrão, esse resultado é explicado devido as diferentes estações do ano que ocorreram as coletas (verão, outono, inverno e primavera). As propriedades 02, 06 e 09 apresentaram grandes variações de desvio padrão em amônia, o que pode gerar graves perigos na produção. De acordo com Pereira e Mercante (2005), as altas concentrações de amônia podem levar os peixes a morte devido a sua alta toxicidade. A piscicultura 05 apresentou valor de oxigênio 4,58 mg/L, menor que o permitido pela legislação CONAMA 357/05. Os outros parâmetros como pH, amônia e nitrito estiveram dentro do recomendado pela legislação na avaliação espacial.

**Tabela 03.** Médias e desvios padrão dos parâmetros físicos e químicos de 10 pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 a dezembro de 2015.

<b>Piscicultura</b>	<b>pH</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Oxigênio mg/L</b>	<b>Alcalinidade mg/L</b>	<b>Dureza mg/L</b>	<b>Amônia mg/L</b>	<b>Nitrito mg/L</b>	<b>Transparência cm</b>
<b>01</b>	7,02±0,66	30,09±4,08	7,45±3,18	43,75±18,02	46,87±13,35	0,27±0,28	0,02±0,06	26,05±14,58
<b>02</b>	6,71±0,60	27,99±3,75	6,49±2,53	37,18±12,74	43,75±11,33	0,56±0,95	0,02±0,04	30,15±10,90
<b>03</b>	7,02±0,66	30,09±4,08	7,50±3,39	43,75±18,02	46,87±13,35	0,27±0,28	0,02±0,06	26,05±14,58
<b>04</b>	7,49±0,82	29,10±4,57	7,9±2,46	51,25±16,85	52,87±15,56	0,15±0,13	0,002±0,007	43,2±21,09
<b>05</b>	7,1±0,31	25,26±4,47	4,58±1,31	49±21,13	63,12±11,02	0,20±0,13	0,01±0,01	18,75±9,55
<b>06</b>	7,39±0,36	26,55±4,72	6,35±2,51	60,45±11,35	65,16±15,09	0,55±0,84	0,02±0,01	29,12±14,72
<b>07</b>	7,36±0,22	27,85±4,83	6,55±1,30	39,81±8,90	45,43±12,87	0,14±0,07	0±0	17,25±5,18
<b>08</b>	7,16±0,68	24,37±2,49	7,71±2,35	51±10,42	53,87±10,06	0,20±0,22	0,007±0,01	43,56±24,08
<b>09</b>	7,25±0,40	25,59±4,55	6,10±1,41	44,56±11,26	58,68±16,63	0,45±0,71	0,02±0,07	31,81±19,50
<b>10</b>	7,24±0,27	25,23±4,70	6,61±1,73	50,58±16,31	63,33±15,98	0,31±0,30	0,02±0,02	37,95±18,13

No mês de dezembro do ano de 2014 o oxigênio dissolvido de 3,61 mg/L (Tabela 3), apresentou valor inferior ao permitido pela legislação CONAMA 357/05. As médias de oxigênio nos meses de fevereiro, abril, junho e outubro na estiveram fora do limite. Os outros parâmetros como pH, amônia e nitrito também estiveram dentro do permitido. No ano de 2015, (Tabela 5) as médias de pH, oxigênio, amônia e nitrito apresentaram valores dentro do permitido pela legislação do CONAMA 357/05.

**Tabela 4.** Médias e desvios padrões das variações temporal dos parâmetros físicos e químicos avaliados nas pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2014 até dezembro de 2014.

Ano de 2014					
Parâmetro	Fevereiro	Abril	Junho	Outubro	Dezembro
pH	7,57±0,30	6,62±0,91	6,43±0,30	6,95±0,58	7,37± 0,49
Temperatura (°C)	32,17±1,36	27,04±2,67	23,05±0,66	31,57±1,17	32,90±1,35
Oxigênio (mg/L)	5,36±1,26	8,56±1,72	8,41±1,45	9,11±2,21	3,61±1,80
Alcalinidade (mg/L)	55,21±16,44	31,71±10,32	35,57±9,31	NA	49,28±17,63
Dureza (mg/L)	55,71±13,23	35,42±8,38	47,78±11,58	NA	48,42±10,76
Amônia (mg/L)	0,53±0,58	0,26±0,18	0,1±0	0,1±0	0,68±1,007
Nitrito (mg/L)	0,01±0,01	0±0	0,03±0,04	0±0	0,04±0,10
Transparência (cm)	40,35±16,74	32±6,97	26,78±20,41	22,71±14,64	26,5±11,14

NA: Não foi medido o parâmetro.

**Tabela 5.** Médias e desvios padrões das variações temporal dos parâmetros físicos e químicos avaliados nas pisciculturas da região da Grande Dourados de fevereiro de 2015 até dezembro de 2015.

Ano de 2015				
Parâmetro	Fevereiro	Julho	Outubro	Dezembro
pH	7,42±0,25	7,37±0,36	6,90±0,51	7,35±0,13
Temperatura (°C)	30,60±4,49	21,05±1,92	24,63±2,44	27,16±1,01
Oxigênio (mg/L)	5,99±2,34	7,11±2,11	7,45±1,10	5,36±1,65
Alcalinidade (mg/L)	50,30±13,76	46,42±16,24	54±12,67	50,15±14,99
Dureza (mg/L)	58,03±14,17	57,19±12,61	68,76±20,28	51,26±7,89
Amônia (mg/L)	0,45±0,78	0,39±0,68	0,01±0,17	0,34±0,12
Nitrito (mg/L)	0,02±0,02	0,02±0,05	0,005±0,01	0,009±0,01
Transparência (cm)	25,61±9,52	35,26±21,33	33,5±19,07	30,30±21,77

As médias de pH, oxigênio, amônia e nitrito encontradas ao longo dos meses, entre as pisciculturas, na entrada e saída dos viveiros se mantiveram dentro dos padrões recomendados, com exceção do mês de dezembro de 2014. As propriedades visitadas, embora tenham apresentado valores dos parâmetros de qualidade de água em conformidade com a legislação, parte delas apresentaram problemas de construção e manejo, alguns viveiros foram construídos de forma ambientalmente e tecnicamente errada, diretamente em cima das nascentes, prejudicando a qualidade da água, renovação e escoamento total da água. O escoamento total da água entre um ciclo e outro de produção é extremamente importante, através dele é feita a desinfecção e limpeza dos viveiros, removendo o excesso de matéria orgânica, que prejudica diretamente a qualidade de água.

O código florestal LEI N° 12.727, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012 define que áreas de entorno de nascentes, independentemente da sua situação topográfica tem que

ser preservadas num raio de 50 m, já as áreas rurais consolidadas em áreas de preservação permanente, é admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição em um raio mínimo de 15 m. A piscicultura não se encaixa nessas atividades, portanto os viveiros não devem ser construídos em cima de nascentes. Para os viveiros construídos sobre a nascente deve-se efetuar a restauração no entorno da linha d'água do viveiro em faixa mínima de 50 m, e o reservatório deverá servir apenas para o abastecimento dos demais viveiros.

O outro problema encontrado foi a falta de entrada independente de água em parte das pisciculturas avaliadas. Foi observado que em (50%) dos viveiros avaliados a água passava de um viveiro para outro, sendo que 75% dos problemas apresentados com a qualidade de água foram encontrados em viveiros com esse tipo de construção. De acordo com Macedo e Sipaúba-Tavares (2005), viveiros construídos sem entrada independente favorecem o aumento das concentrações de nutrientes nos demais viveiros subsequentes, e conseqüentemente aumentam o grau de eutrofização. A falta de entrada independente não é uma prática condenada dentro da piscicultura, mas quando as boas práticas de manejo (BPM) não são adequadas geram graves problemas e prejuízos na produção. Os resultados mostram que a falta de entrada independente prejudicou a qualidade de água dos viveiros avaliados. Segundo Boyd (2008) as BPMs preconizam o monitoramento constante da qualidade da água, respeitando a densidade correta de acordo com tamanho do viveiro e tipo de produção. Além disso, deve-se conhecer a origem da água e ter quantidade suficiente para que haja uma renovação constante, fazer calagem e adubação de forma correta, respeitando o tamanho do viveiro, usar ração específica para a espécie cultivada e em quantidade adequada.

De modo geral, as águas dos viveiros de piscicultura avaliados na região da Grande Dourados encontram-se de acordo com a resolução CONAMA 357/05 que são destinadas à aquicultura. No entanto, quando se avaliou os parâmetros espacialmente foram observadas diferenças significativas (Pillai = 0,52; gl = 38 e 276,  $p < 0,001$ ), demonstrando a importância do monitoramento contínuo da atividade e a necessidade de padronização do manejo efetuado, respeitando a espécie produzida e a densidade recomendada de acordo com o objetivo (subsistência ou produção comercial).

### 3.2. Parâmetros recomendados para atividade

Os parâmetros adequados para o cultivo de pacu segundo Sipaúba-Tavares (1994) e Ostrensky e Boeger (1998), são de oxigênio dissolvido entre 4 e 6 mg/L e transparência de 25 a 45 cm. O valor de pH é considerado adequado entre 6,5 e 9 segundo Boyd (1990) e ótimo entre 6,5 a 8 segundo Wurts e Durborow (1992) e Sipaúba-Tavares (1994). A alcalinidade deve apresentar valores superiores a 20 mg/L Moreira (2001) e Sipaúba e Tavares (1994), já para Vinatea Arana (2004) a Alcalinidade deve estar entre 20 e 120 mg/L e a Dureza de 20 a 75 mg/L. A faixa de tolerância da amônia segundo Sipaúba-Tavares (1994) situa-se entre 0,6 a 2,0 mg/L e para nitrito até 0,5 mg/L. Os limites de temperatura adequados para a cultivo de pacu são de 20 até 30°C (Ostrensky e Boeger, 1998). Segundo Angelini e Petrere Jr. (1992) o pacu apesar de apresentar uma grande tolerância a variações de temperatura, tem a faixa de 25 a 27°C como ótima para o desenvolvimento.

Os parâmetros físicos e químicos estiveram dentro do recomendado para a atividade, tanto nos pontos próximos a entrada e saída dos viveiros, quanto na caracterização geral.

O resultado da análise temporal mostrou que o pH esteve dentro do padrão recomendado para atividade. Segundo Vinatea Arana (1996) o pH é um parâmetro importante nos ambientes aquáticos, podendo ocasionar fenômenos químicos e biológicos, o pH também possui um grande efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes. Nas pisciculturas avaliadas, o ano de 2014 a temperatura apresentou valores acima do recomendado por Ostrensky e Boeger (1998) e muito acima do que se considera ótimo por Angelini e Petreire Jr. (1992) (32,17°C em fevereiro, 31,57°C em outubro e 32,90 °C em novembro). Com temperaturas elevadas é ultrapassada a faixa de conforto térmico dos peixes, com isso o gasto energético para a captação de oxigênio é maior, reduzindo o oxigênio dissolvido disponível no viveiro e seu crescimento. O mês de dezembro de 2014 com maior temperatura apresentou o pior nível de oxigênio dissolvido 3,61 mg/L, demonstrando o padrão de altas temperaturas e alto consumo de oxigênio. O recomendado para essa situação é que se diminua a alimentação e aumente a renovação de água. O mês de junho de 2014 apresentou a menor temperatura 23,05°C, mas esteve dentro do limite de tolerância. Em 2015 o mês de julho voltou a apresentar a temperatura mais baixa do ano 21,05°C, mas também ficou dentro do limite de tolerância, ambos no período de inverno, o que explica as baixas temperaturas.

Em um viveiro com grandes oscilações de temperatura podemos encontrar camadas de água com diferentes densidades, levando à estratificação térmica (Boyd, 1990; Vinatea Arana, 2004). Os fatores luminosidade e temperatura são parâmetros importantes na qualidade de água, a luminosidade afeta a distribuição dos organismos na coluna d'água e a temperatura o desenvolvimento deles (Sipaúba-Tavares, 1995; Kubitzka, 2003). Ambas exercem forte influência sobre outras variáveis físicas e químicas da água (Sipaúba-Tavares, 1995; Vinatea Arana, 2004).

O oxigênio dissolvido no mês de dezembro de 2014 apresentou o valor de 3,61 mg/L sendo o único que esteve fora dos limites estabelecidos para atividade. Segundo Sipaúba-Tavares (1994) e Ostrensky e Boeger (1998) o mínimo tolerado é de 4 mg/L. Para Boyd (1990), essa média de oxigênio é considerada crítica, já que ele recomenda que os viveiros devem ter valores acima de 4 mg/L de oxigênio dissolvido para um bom desenvolvimento da produção, evitando mortalidade de peixes. O recomendado para situações críticas de baixos valores de oxigênio é aumentar a renovação de água e quando disponível utilizar aeradores.

No mês de dezembro três das pisciculturas tiveram problemas com *bloom* de algas, fato atribuído ao excesso de nutrientes na água, com sobras de ração na superfície. Nesse período foi relatado pelos proprietários mortalidade de peixes (Figura 3). Segundo Boyd e Tucker (1998) o excesso de ração e matéria orgânica pode levar a um *bloom* de algas, e com isso baixar o nível de oxigênio dissolvido e aumentar a concentração de amônia, prejudicando a produção dos viveiros. Em uma das propriedades, cuja água de saída de um viveiro alimentava outro subsequente, o volume de entrada de água era tão baixo devido à falta de chuvas no local que não permitia nenhuma renovação de um viveiro para outro. Com dados da EMBRAPA (2016) podemos ver que o mês de dezembro de 2014 teve chuvas com média de 118,2 mm, média abaixo do esperado para o mês que é de 180,5 mm, dezembro de 2015 com média de 343,2 mm não apresentou o

mesmo problema. O problema com as algas gerou no mês de dezembro (Tabelas 3) o menor valor de oxigênio e o maior valor de amônia, o que confirma a constatação de (BOYD e TUCKER, 1998).



**Figura 3.** Morte de peixes (A) e *bloom* de algas (B).

A alcalinidade, dureza e nitrito apresentaram valores dentro do recomendado. Segundo Kubitza (2003), valores adequados de alcalinidade e dureza são ideais para garantir um bom funcionamento do sistema tampão da água, evitando oscilações bruscas do pH durante o dia. Esta estabilidade é importante, pois a maioria dos organismos aquáticos estão adaptados a um valor de pH próximo do neutro e não suportam variações bruscas (Huet, 1998). A alcalinidade e dureza se apresentaram dentro dos padrões sugeridos por Moreira (2001), Sipaúba-Tavares (1994) e Vinatea Arana (2004).

A amônia apresentou valores acima de 0,5 mg/L em duas coletas no ano de 2014 (fevereiro com 0,53 mg/L e dezembro 0,68 mg/L). Apesar de serem os valores mais altos apresentados, eles estiveram dentro da faixa de tolerância indicada por Sipaúba-Tavares (1994). A amônia excretada pelos organismos aquáticos é oxidada em nitrato pela ação das bactérias quimioautotróficas *Nitrossomonas* e *Nitrobacter* (Vinatea Arana, 2004). Segundo Boyd (1979) essas reações de nitrificação ocorrem de melhor forma com o pH entre 7 e 8 e temperatura de 25 a 35°C. A maioria dos parâmetros analisados estiveram dentro dessas médias, mostrando que o sistema está favorecendo a ação dessas bactérias no sistema de cultivo. As ações dessas bactérias são importantes para a redução das concentrações de amônia nos viveiros, tendo em vista a toxidez potencial desta substância.

A transparência de outubro de 2014 apresentou média de 22,71 cm, inferior ao sugerido por Sipaúba-Tavares (1994) e Ostrensky e Boeger (1998) entre 25 e 45 cm. O monitoramento da transparência da água ajuda a evitar a ocorrência de níveis críticos de oxigênio durante a noite onde o consumo é maior (Kubitza, 2003). Segundo Ostrensky e Boeger (1998) são muitas as variáveis que devem ser levadas em consideração quando a transparência esta alta ou baixa, como por exemplo: quantidade de peixes presentes no viveiro, espécies cultivadas, temperatura da água, tipo e quantidade de alimentos fornecidos diariamente, taxas de renovação utilizadas e excesso ou falta de adubação. Durante o monitoramento das pisciculturas foi observada baixa renovação e em alguns casos excesso de ração na água.

Na análise espacial as médias de transparência das propriedades 05 e 07 (18,75 cm e 17,25 cm) estiveram bem abaixo da média recomendada por Sipaúba-Tavares (1994) e Ostrensky e Boeger (1998) que é de 25 a 45 cm, as demais propriedades apresentaram os valores dentro do recomendado. Os parâmetros pH, oxigênio, alcalinidade, dureza, amônia, nitrito estiveram dentro do sugerido para atividade, mas apresentaram muitas oscilações entre as propriedades. As propriedades 01 e 03 apresentaram temperaturas de 30,09°C valor um pouco acima de 30 °C que é o limite sugerido para a atividade, já as demais propriedades estiveram dentro do limite.

Um aspecto importante foi a avaliação desses parâmetros com base nos valores de referência para a atividade e não só apenas com base na legislação. Observamos que parâmetros importantes e simples de serem monitorados como oxigênio dissolvido, temperatura e transparência variaram significativamente na avaliação espacial e temporal, fato este que pode comprometer não só a produtividade como a qualidade da água de escoamento. Assim, se considerarmos a forma esporádica pelo qual os órgãos ambientais monitoram esses parâmetros, apenas para obtenção ou manutenção das licenças ambientais, é notório que os resultados seriam bem diferentes caso esse monitoramento fosse no mínimo mensal.

As BPMs são normalmente associadas à agricultura e outras atividades que geram poluição. No entanto, BPMs deveriam ser obrigatórias para as licenças da aquicultura pois são ferramentas imprescindíveis para reduzir impactos ambientais. Com essas medidas é possível melhorar a água utilizada no cultivo e com isso gerar efluentes com pouco ou nenhum potencial poluidor, por isso elas poderiam vir a fazer parte das regulamentações ambientais voltadas a aquicultura.

### 3.3. Variação espacial e temporal dos parâmetros físico e químicos

Os dois primeiros eixos da PCA recuperaram 43 % da variância no conjunto de parâmetros físico e químicos nos viveiros (Figura 4). A mesma ordenação das amostras foi repetida para apresentar as correlações dos parâmetros com os eixos da PCA (Figura 4A) e as amostras de entrada e saída em cada viveiro (figura 4B).

Viveiros que apresentaram maiores valores de temperatura tiveram menores valores de oxigênio dissolvido. De acordo com Boyd (1990) as concentrações de oxigênio são maiores com temperaturas mais baixas, e decrescem com temperaturas mais altas.

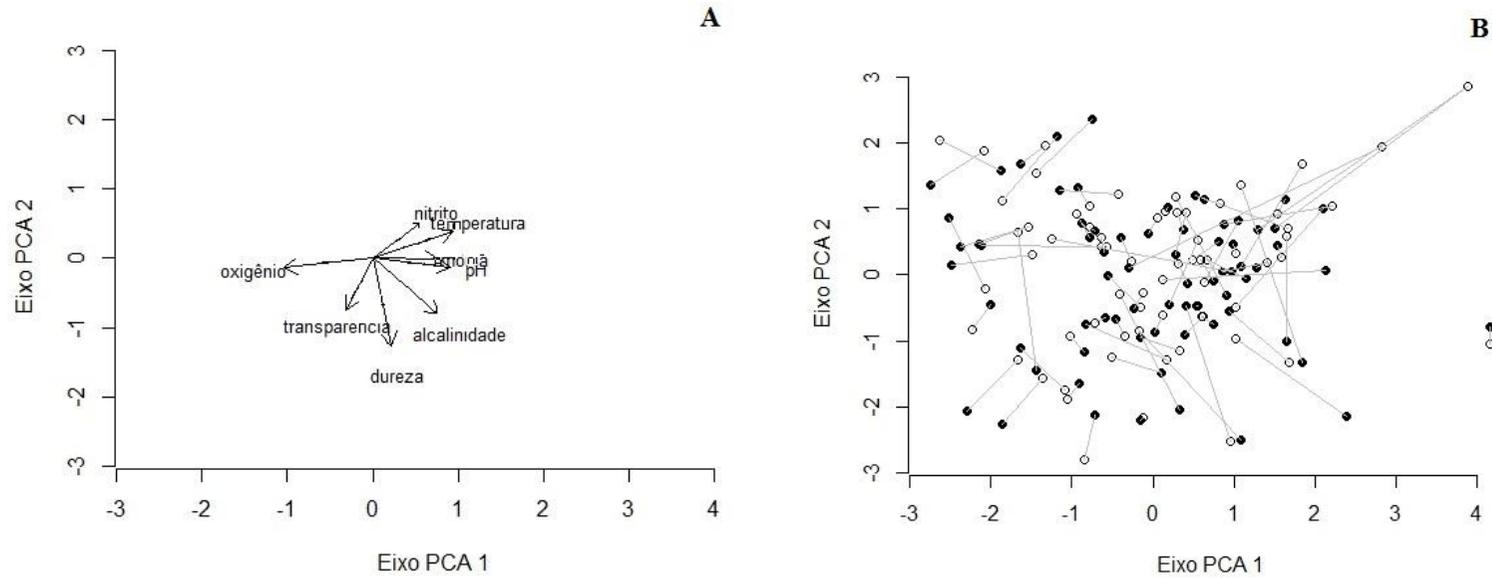
A dureza é expressa pela concentração de cálcio e magnésio que se associa a carbonatos e bicarbonatos. Níveis adequados de dureza tem capacidade de resistir a

variações de pH durante o dia (Moreira, 2001). Os viveiros com pH mais próximos do neutro tiveram níveis de dureza mais elevados que os viveiros mais ácidos e básicos (Figura 4A). A alcalinidade segundo Kubitza (1998) está também diretamente relacionada a capacidade do meio em manter o equilíbrio ácido-básico. Águas com níveis baixos de alcalinidade podem apresentar significativas flutuações diárias nos valores de pH em função dos processos fotossintético e respiratório. Também foi possível notar que os altos valores de pH foram acompanhados por altos valores de alcalinidade (Figura 4A) são diretamente proporcionais. Segundo Vinatea Arana (2004), quanto maior for a alcalinidade mais básico será o meio devido às reações do carbonato e do bicarbonato. As variações no pH podem afetar a fisiologia dos peixes prejudicando sua respiração, crescimento e podendo causar mortalidade (Kubitza, 1998).

De acordo com Moreira (2001) a amônia em elevados valores de pH se torna tóxica aos peixes, já que quanto mais básico o pH, maior é a toxicidade. Os viveiros com altos valores de pH também apresentaram altos valores de amônia, o que pode ser preocupante, no entanto as médias de pH (7,15) e amônia (0,3 a 0,37 mg/L) ficaram dentro do limite recomendado (Tabela 2).

O nitrito está correlacionado com o oxigênio dissolvido. Segundo Kubitza (1998), condições de baixo oxigênio dissolvido prejudicam o desempenho da bactéria do gênero *Nitrobacter*, favorecendo o acúmulo de nitrito na água. Essa relação ocorreu nos viveiros estudados (Figura 4A), onde as maiores concentrações de nitrito estiveram associadas aos menores valores de oxigênio dissolvido, os dois parâmetros são inversamente proporcionais no gráfico.

Com relação a posição dos pontos amostrados, próximos a entrada e saída dos viveiros (Figura 5B) não foram encontradas diferenças significativas considerando-se os blocos definidos pelos viveiros (Pillai = 0,01; gl = 2 e 137, p = 0,47). Considerando o mesmo modelo multivariado, a variação temporal entre os meses de 2014 e 2015 não foi significativa (Pillai = 0,03; gl = 2 e 137, p = 0,13). A avaliação demonstrou diferença significativa apenas espacialmente, ou seja, entre os viveiros (Pillai = 0,52; gl = 38 e 276, p < 0,001). Assim mostramos que as pisciculturas tiveram resultados muito variáveis entre elas, demonstrando que, possivelmente, embora esteja sendo produzida a mesma espécie, a forma de cultivo esta sendo diferente.



**Figura 4.** Ordenação das amostras por análise dos componentes principais (PCA). O primeiro eixo recuperou 25% e o segundo 18% da variância no conjunto de dados. Em A, as setas indicam as contribuições relativas de cada parâmetro para a ordenação. Em B, pontos preenchidos correspondem a amostras de entrada dos viveiros e pontos vazios amostras de saída, sendo que as ligações entre pares de pontos representam cada um dos viveiros.

Com esses resultados podemos observar que houveram diferença no manejo aplicado por cada produtor (Tabela 1). A alta densidade mostra uma falta de padronização, gerando uma preocupação com a qualidade da água durante o ciclo de cultivo. Os altos valores apresentados dos desvios padrões de oxigênio, alcalinidade, dureza e transparência também demonstram essa diferença de manejo entre os produtores. A (Tabela 2) mostra uma grande flutuação dos parâmetros (oxigênio, pH, temperatura e transparência) entre as propriedades, o *bloom* de algas nas (figuras 3) e o excesso de ração encontrados nas laterais dos viveiros corroboram para esse resultado. As atividades no entorno das pisciculturas podem ter influenciado na qualidade de água, a agricultura utiliza muitos defensivos e fertilizantes, que com a ação das chuvas através da lixiviação, acaba levando esses produtos até a água dos viveiros, prejudicando a qualidade da água, Bhat e Pandit (2014) alertaram para esse fator contribuinte.

#### 4. CONCLUSÃO

As pisciculturas da região da grande Dourados – MS, de modo geral encontram-se de acordo com a resolução do CONAMA 357/05, no entanto, quando se avaliou os parâmetros físico e químicos especialmente, essas propriedades apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,001$ ). Os parâmetros quando avaliados segundo valores de referência para a atividade também apresentaram variações tanto espacial como temporalmente. Com esses resultados ficou clara a necessidade de uma maior fiscalização através dos órgãos ambientais e uma padronização através das BPM segundo as características de cada região.

A preocupação com a qualidade de água deve vir desde a construção do viveiro, respeitando as áreas de preservação (nascentes), quando utilizar água de nascentes construir canais até os viveiros, utilizando a nascente apenas como reservatório. A profundidade da entrada e saída deve estar correta, se a construção for feita abaixo do recomendado pode apresentar o crescimento de plantas aquáticas, dificultando a despesca e competindo com os peixes pelo oxigênio no período noturno, prejudicando o seu desenvolvimento, caso seja feita acima pode apresentar zonas de estratificação térmica ocasionando áreas aeróbicas dentro do viveiro.

O uso de uma densidade correta de acordo com a espécie cultivada, uma ração de qualidade e em quantidade adequada, é vital para um bom desenvolvimento da atividade. Isso evita sobras de ração como foi observado em algumas situações. Essas medidas favorecem o crescimento dos peixes e a qualidade da água de cultivo. Os resultados mostraram que o excesso de ração com a falta de renovação de água, geraram problemas como, *bloom* de algas e déficit de oxigênio nos viveiros. A quantidade de água disponível para o cultivo deve ser analisada antes da construção, por que a falta da mesma pode ocasionar alta mortalidade, uma desvalorização da qualidade do pescado e efluentes ricos em nutrientes e matéria orgânica, causando graves impactos aos corpos receptores.

As BPM deveriam ser obrigatórias para as licenças da aquicultura pois são ferramentas imprescindíveis para reduzir impactos ambientais e melhorar a qualidade da água de cultivo, gerando um produto final com uma qualidade melhor para o consumidor. Essas medidas melhorariam a qualidade da água dos viveiros e com isso gerariam efluentes com pouco ou nenhum potencial poluidor. As BPM têm potencial para reduzir ou evitar grandes prejuízos ao produtor durante o cultivo, minimizando gastos e aumentando o lucro.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E.G. and D.J. CARNEIRO. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Revista Brasileira de Zootecnia 33(5): 1101-1109. 2004.
- ANGELINI, R.; CANTELMO, O.A.; PETRERE JR., M. Determinação da taxa de consumo de ração pelo pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, com diferentes tamanhos e sob distintas temperaturas. Boletim Técnico do CEPTA, v.5, p.11-22, 1992.
- Bhat SA, Pandit AK. 2014. Surface Water Quality Assessment of Wular Lake, A Ramsar Site in Kashmir Himalaya, Using Discriminant Analysis and WQI. Journal of Ecosystems, 2014: 18.
- BOSMA, R.H.; VERDEGEM, M.C.J. Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits. Livestock Science, v.139, p.58-68, 2011.
- BOYD, C.; E. Water in warmwater Fish Ponds. Agricultural Experiment Station. Auburn University. Opelika, Alabama, USA. 359. 1979.
- BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Birmingham Publishing, 1990.
- BOYD, C. E.; TUCKER C. S. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, p. 700. 1998.
- BOYD, C.E.; LIM, C.; QUEIROZ, J.F.; SALIE, K.; WET, L.; McNEVIN, A. Best Management Practices for Responsible Aquaculture. Aquaculture CRSP, Oregon State University, v. 1, p. 1-47. 2008.
- BRASIL. LEI Nº 12.727, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012. Altera a LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm). Acesso em 03 de outubro de 2015.
- BRAZ, M. Sistema de produção de pacu em cativeiro, 2007.
- BRUNE, D.E.; DRAPCHO, C.M. Fed pond aquaculture. *Aquaculture Systems Engineering*. 1991;:15–33in: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), ; 1991 (138 pp).
- CALCAGNOTTO, D. Caracterização de bancos genéticos selvagens de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e deTambaqui (*Colossoma macropomum*) através da análise do DNA mitocondrial. São Paulo Tese (Doutorado) Departamento de Genética e Biologia Evolutiva - Universidade de São Paulo 1998.
- CAMPOS, J. L. Manual de boas práticas de produção na piscicultura do arranjo produtivo local da região de Dourados, MS. Dourados: MS Peixe, 2007.
- CARNEIRO, D.J.; WAGNER, P.M.; DIAS, T.C.R. Efeito da densidade de estocagem e do nível de proteína bruta na dieta, no desempenho de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: Encontro Nacional de Aqüicultura, Anais..., 52-61. n 84. 1995.

- CASTAGNOLLI, N. Criação de peixes de água doce. Jaboticabal. FUNEP. 189p. 1992.
- CASTAGNOLLI, N. & ZUIM, S.M.F. Consolidação do conhecimento adquirido sobre o pacu (*Colossoma mitrei* Berg 1895). FCAV/UNESP. Jaboticabal, SP. 1985.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 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 das outras providências. Diário oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005.
- EMBRAPA, 2016. Disponível em: <http://www.cpa.embrapa.br/clima>. Acesso em: 20/01/2016.
- FARIA, Regina Helena Sant'Ana, et al. Manual de criação de peixes em viveiro. Brasília: Codevasf, 2013.
- GONTIJO, V. P. M. et al. Diagnóstico das Pisciculturas do Programa Peixe Vida em Mato Grosso do Sul. Dourados, MS: Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.
- GHATE, S.R.; BURTLE, G.; VELLIDIS, G. et al. Effectiveness of grass strips to filter catfish (*Ictalurus punctatus*) pond effluent. *Aquaculture Engineering*, v.16, p.149-159, 1997.
- HUET, M. Tratado de Piscicultura. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 1998.
- KUBITZA, F. QUALIDADE DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE PEIXES - PARTE I. Panorama da AQUICULTURA, Vol. 8, N45. 1998.
- KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões – Jundiaí, SP, 2003
- LIMA, E. L. R. Qualidade da água e dos efluentes em viveiros de reprodução de *Astyanax lacustris* (Reinhardt, 1874) na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso – BA. Recife: UFRPE, 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- MACEDO, C. F. and SIPAÚBA-TAVARES; L.; H. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros sequenciais de criação de peixes. *Acta Scientific*, Maringá 27(3): 405-411. 2005.
- Martinez-Cordova, L. R.; Martinez-Porchas, M. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal*, 2012.
- MELO, J.S.C. Água e Construção de Viveiros na Piscicultura. 102 p. 1999.
- MOREIRA, H. L. M. et al. Fundamentos da moderna aquicultura. Canoas: Ed. da ULBRA, 2001.
- MOTA, S; A; Marisete Dantas. Gestão Ambiental. In: CAMPOS, Nilson; STUDART, Tician. M. Carvalho. Gestão das Águas: princípios e práticas. 2. ed. Porto Alegre: ABRH. p. 127-146. 2003.
- MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011. Brasília – DF 60p.
- MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2010. Brasília – DF 129p.

- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo. Guaíba: Agropecuária. 211 p. 1998.
- PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade de água – uma revisão. São Paulo: Boletim do Instituto de Pesca, 2005; 31(1):81-88. 2005.
- RESENDE, E.K. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná basin excluding the upper Paraná River. In Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation states. J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, A. Baers (Eds), World Bank, Victoria. 99-155. 2003.
- SAMPAIO, F. G.; LOSEKANN, M. E.; LUIZ, A. J. B.; NEVES, M. C.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; RODRIGUES, G. S. Monitoramento e gestão ambiental da piscicultura em tanques-rede em reservatórios. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 34, n. 272, p. 1-11, 2013.
- SEVERI, W. Aspectos morfométricos e estruturais das brânquias de pacu (*Piaractus mesopotamicus* - Holmbreg, 1887, Osteichthyes, Serraxalmidae). M.Sc. Thesis. Federal University of São Carlos, SP. Brazil. 1991.
- SEVERI, W.; RANTIN, F.T.; FERNANDES, M.N. Structural and morphological feature of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) gills. Rev. Brasil. Biol. 60, 193-501. 1999.
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO TERRITORIAL – SIT. Caderno territorial grande Dourados - MS. 2015. Disponível em <http://sit.mda.gov.br/> acesso 20 de outubro de 2015.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP. 70p. 1994.
- SIPAUBA - TAVARES, ´L. H. Limnologia aplicada a aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1995.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FAVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of Macrophyte Biofilter in Effluent from Aquaculture: I. Floating Plant. Brazilian Journal Biology, v. 62, n. 4A, p. 713-23, 2002.
- VINATEA ARANA, L. Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.
- VINATEA ARANA, L. Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: Uma revisão para peixes e camarões. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.
- WURTS, W.A.; DURBOROW, R.M. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. Aquaculture program. SRAC-public, n .464, p. 1-4, 1992.

## **ANEXO 1**

Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science

### **Scope and Policy**

AMBIAGUA is published in English, Portuguese and Spanish, and accepts submissions of unpublished manuscripts in the interdisciplinary scientific thematic areas related to Environmental Sciences, Water Resources, Hydrology, Hydrogeology, Environmental and Sanitation Engineering, Forest Engineering and Forest Resources, Ecology, Aquiculture, Oceanology and Fishing Resources, Agronomy, Agrometeorology and Agricultural Engineering, Global Change, Fishing Engineering, Environmental Zootechny, Geography, Geology, Remote Sensing, Geoinformation, and Spatial Analysis related to Water or Environmental Sciences.

Review articles will only be published if they include substantial critical analysis of recent relevant topics.

Manuscripts should be original and submitted exclusively to AMBIAGUA. (Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

### **AMBIAGUA Peer Review Process**

Each submission will be reviewed by the editor to verify whether or not its content falls within the focus of the journal and if it was prepared in accordance with outstanding instructions. The editor may reject the article if he determines a lack of adherence to the instructions, inappropriate textual description, scientific misconduct (plagiarism), or if the manuscript has insufficient scientific or technological merit. Once this process is completed, the editor may send the article to one or two members of the Editorial Committee, so that they can recommend at least two peer reviewers for the submission. The reviewers will be scientists who work in areas closely related to the subject area of the manuscript and will therefore be fully qualified to evaluate the manuscript and to recommend acceptance or rejection. In many cases, they will suggest improvements in order to make the manuscript acceptable for publication. The reviewers will receive the manuscript along with instructions concerning the review procedure and an evaluation form where they may write their comments and recommendations on the acceptance, correction or rejection of the manuscript. The author(s) of the submissions are not identified to the reviewers, nor the reviewers to the authors.

The reviewers will strictly consider all suggested criteria in the evaluation form and will examine the quality and correctness of the submission.

Upon receiving the reviewers' recommendations, the editor has several options. He may accept the article with small changes and, accordingly, return the work to the authors with a list of the corrections to be implemented. Otherwise, he may opt to send the edited version of the manuscript back to the reviewers of the article. Reviewers may also ask to see the manuscript after the author's implementation of his/her suggestions.

When the final acceptable version of the manuscript is received by the editor, he will confirm its acceptance to all authors. Concurrently, all authors will receive proofs to be returned electronically within 48 hours by the corresponding author. When an author returns the final corrections before the article is published, he/she implicitly authorizes the publication and confirms the uniqueness of the article.

Editing mistakes, references mentioned in the text that don't appear in the reference list and small discrepancies between the English and Portuguese abstracts are examples of small changes. When larger modifications are required, the editor will return the article with a list of suggestions that the corresponding author should implement before the manuscript may be considered. Examples of larger modifications include data analysis using statistical proofs, substantial revision of tables and figures, repetition of experiments, revision of the conclusion remarks or substantial changes in the text language.

In the case of rejection after peer revision, the editor may inform the authors the reasons for rejection. In general, the reasons for rejection involve inappropriate content of the article for this journal, serious violations in the publication structure, and manuscripts without scientific or technological merit.

Manuscripts that have been published in proceedings of symposia, conferences, etc., as well as translated articles from foreign journals, should not be submitted. Presentations at scientific meetings and publications of abstracts only do not preclude submission.

The target audience of this scientific journal is the academic community of postgraduate courses, as well as of research institutions, especially those in Interdisciplinary Environmental and Water Resources.

### **Form and preparation of manuscripts**

I - Submitted manuscripts should be original, destined exclusively to *Ambi-Agua* (Revista Ambiente & Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

II - The manuscript should be written preferably in English, but also in Portuguese or Spanish can be accepted.

All submissions have to be via system, after registering as an AUTHOR at: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/user/register>.

III - The manuscripts directed to this journal will be evaluated by the Editorial Committee and Peer Reviewers, according to their specialty, following the criteria:

- a) Scientific technical content;
- b) Scientific relevance;
- c) Clarity and quality of the text;
- d) Quality and adequacy of the theoretical content.

Please, be aware that will be considered not ethical withdraw a submission before final decision of the Editorial Committee.

IV - In each issue, the Editorial Committee will select, among the favorable manuscripts, those that will be published based on the above criteria. There is no commitment with submission sequence or time for an editorial decision. This depends on peer reviewer's and author's response and also on the administration tasks and limitations.

Publication of an abstract or an oral presentation in a scientific event should not prevent submission but they must provide substantial new information to be accepted. Translated articles are not acceptable and critical review article could be exceptionally accepted.

### **Formatting the Text:**

The manuscript should be submitted in text format (MS Office), not restricted by password to allow edition. The final publication will be in pdf, html, and xml. The manuscript should be submitted with the following characteristics:

- **Page size:** equivalent to the size of A4 sheet (210 x 297 mm);
- **Margins (superior, inferior, left and right):** 2.5 cm;
- **Font type:** Times New Roman, 12, single space simple among-lines, in a single column, paragraphs are left and right aligned;
- **Manuscript size:** most important in the evaluation is the quality and science contribution of submission. Normally a manuscript is expected to have a maximum of 10 pages including Tables and Figures (maximum of five all together). Longer manuscript are accepted, however it will be charged a value per additional page counted after the manuscript has been accepted for publication and layout ready.
- Manuscripts in Portuguese or in Spanish, title, abstract and keywords should also be written in English; and manuscripts in Spanish, title, abstract and keywords should also be written in Portuguese.
  - **First page:** should contain only the title of the manuscript, without the authors' name, institutional affiliation, nor e-mail, followed by abstract and keywords, separated by "colon" and a period at the end.
- **Tables and Figures:** should be numbered with consecutive Arabic numbers, cited in the text just before it appears in the manuscript (first letter in capital). Therefore, they should appear in the text just like the final format of the published articles (please check published articles). Legend of figures should appear at the bottom with first capital letter, a space of a character, followed by order number, a period (a dot), and space (e.g. **Figure 1.** The dry soil ... ). The titles of Tables should appear above it and preceded by the word Table (notice the first capital letter), a space, number order, a dot and space of a character (e.g. **Table 1.** Concentrations of pollutants ... ). Whenever Figures and Tables have a reference source, the word "Source:" should appear in the inferior part, following by the source reference. Tables, Figures and Sources texts always finish with period (a dot). Figures can be colored, if necessary, however, check the size of the file; ideal size of file is ~500 KB for the whole text (2 MB maximum). Please check the file properties, use techniques of images reduction (resampling) to reduce the n° of bits per pixel and/or n° of pixels per inch. Authors should explore all possibilities to reduce the memory size of manuscript and also preserving quality of figures.

You can insert images in the article without increasing the file size, just follow the tips below:

Use image files in JPG, PNG or GIF formats. These files usually have good quality standards and do not consume too much disk space and memory;

To insert the figures in the text, do not use Copy / Paste (or Ctrl + C / Ctrl + V);

Save the images on your computer that you want to insert into the document;

Then, go to the menu option available for insertion of the image of your text editor (e.g. in MSWord, select Insert / Image / From File) and locate the image you want to insert into the document. Finally, insert the selected image in the text.

These tips will be useful to get the manuscript uploaded successfully.

It is essential that tables are text format, not as a figure or image. Ensure that they can be edited. Make sure that columns are edited as columns and not separated by space or tab. Graphs and figures originated in MS Excel should be inserted as objects that can be edited. The same for the Equations (use Equation editor, preferably using MS Word 2010) that must be inserted as object, not as an image and numbered within ( ). Figures must have readable texts, using upper/lower case as appropriate and high resolution. Do not use titles on top. Be sure that they allow editions.

- **Structure of English manuscripts:** manuscripts in ENGLISH should follow the following sequence: TITLE in English, followed by an ABSTRACT (followed by the three keywords that do not replicate title's words or that appear in the abstract); **Title of the manuscript in Portuguese; Abstract in Portuguese (followed by keywords in Portuguese); 1. INTRODUCTION** (including literature revision); **2. MATERIALS AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS** (if it is the case, but only after the manuscript has been accepted for publication); and **6. REFERENCES** (please use references of journals with high impact, do not use symposia proceedings, thesis and dissertations, unless absolutely essential and in limited number).

See the "Evaluation Form" ([http://www.ambi-agua.net/seer/files/review\\_form.doc](http://www.ambi-agua.net/seer/files/review_form.doc)) to verify the expected content of each section. Check articles already published to see which texts should be in bold and cites only relevant articles in scientific journals.

## UNITS

- **Measure Units:** use international units with a space after the number (e.g. 10 km h<sup>-1</sup>, not km/h, check text for consistency), except % (e.g. 10%), or °C (e.g. 15°C).
- Check any Greek characters and figures carefully.
- Spell out numbers one through nine, except when used in units.
- Leave a single space between units: g L<sup>-1</sup>, and not g.L<sup>-1</sup>, nor gL<sup>-1</sup>.
- Use the 24-h time system, with four digits for hours and minutes: 09h00; 18h30.

- **Titles (ABSTRACT, 1. INTRODUCTION, 2. MATERIALS AND METHODS, etc.):** Use capital letters, 14, bold, aligned to the left.
- **Subtitles:** if they are necessary, they will be written with initial capital letters, preceded of two Arabic numbers, separated and followed by a dot, 12, bold, aligned to the left.
- **Abstract:** should contain objectives, methodology, results and conclusions, should be composed of a sequence of sentences in a single paragraph **with maximum 250 words**.
- **Citations:** In the text, citations should follow the recommendations of ABNT-NBR 10520 with the following specificities:

Author's last name mentioned with just the first capital letter, following by the year between parentheses, when the author is part of the text. When the author is not part of the text, between parentheses, put the last name, following by the year separated by comma. When there is more than one author, their last names are separated by “and”. Cited references should be preferentially from renowned international journals published in the last five years and maximum of 15 references are expected.

- **Equations:** The authors should express the equations in the simplest possible way. They should just include only necessary equations so an average reader can understand the technical basis of the manuscript. Manuscripts should not have excessive mathematical notation. The authors should use the Microsoft Word Equation Insert Symbol or equivalent for the equations. The Equations should be numbered sequentially among parenthesis ( ) and justified aligned to the right and they should appear in the text of the manuscript, just after being cited. Do not insert Equations as “images”, insert them as object.
- **Important note for English Manuscripts:** The Ambi-Agua journal incentives manuscripts written in English, however, those authors that don't have English as first language, should have their manuscripts revised by a professional with good English knowledge to review the text (vocabulary, grammar, and syntax).

Will be accepted up to 15 references per article, preferably recently published in the SciELO base ([www.scielo.br](http://www.scielo.br) or [www.scielo.org](http://www.scielo.org)) or in international journals of high impact.

- **Examples on how to cite references in the text:** Jones (2015), Jones and Smith (2009) or (Jones, 2015; Jones and Smith, 2009), depending on the construction of the sentence. More than two authors: Jones et al. (2014) or (Jones et al., 2014). Personal communications or unpublished data should not be included in the reference list; as well as Apud (indirect citation) will not be accepted.
- **List of References:** It should follow ABNT-NBR 6023 recommendations, here exemplified:

Always cite the doi<sup>TM</sup> at the end of the reference whenever possible.

#### **Books:**

FALKNER, E. **Aerial Mapping:** methods and applications. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.

Notice that the city and publisher of publication are important!

**Books chapters:**

WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

**Scientific journals:**

MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. **Journal of Forestry**, Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

**Manuscripts presented in events (Printed paper)** – These references should be avoided but if essential:

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJOSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 oct. 2001, San Diego, **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

**Manuscripts presented in events (electronically)** – should be avoided, but if essential:

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 23-27 Apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

**Thesis and Dissertations** – should be avoided – prefer instead the derived papers in scientific journals:

AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM+**, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

**Sites in the Internet (only if absolutely essential):**  
These references should be avoided but if essential or referring to an electronically published journal:

WORLD WILD LIFE FUND. **Ecoregions**. 2004. Available in: <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions.cfm>. Access in July 2014.

**Please notice that all initials in the author's name have a space between them.**

**SUBMISSION GUIDELINES**

The file submitted (uploaded) **should not contain any identification of the authors**, therefore, without the authors' names, affiliation, nor email. Acknowledgements are important, but they will be edited to avoid author's identification until the final version of the article for publication.

The properties of the file that identifies the author should be removed. Tips for doing this:

**Word** **2010:**  
Under File (archive), click **Information, Verifying problems, Inspect Document** and in this window unclick **Document Properties and Personal Information, Close, and Save.**

**Word** **2003**  
Open the **Options** tab, click on **Security** and eliminate ownership of the file.

**All content of the articles are solely authors' exclusive responsibility.**

Upon submission, the corresponding author responsible for submission should upload a "Supplementary Files" containing a COVER LETTER, following the model: <http://www.ambi-agua.net/seer/files/cover-letter.doc> and the "SUBMISSION CHECKLIST" filled following the form: <http://www.ambi-agua.net/seer/files/check-list-en.docx>.

Since July 15, 2014, the journal began to charge fees for submission and publication as described in: <http://www.ambi-agua.net/splash-seer/?access=fees>.

Every issue published by Ambi-Agua features an image representative of an article published in that issue. Authors are invited to highlight in the cover letter that they would like to have a specific figure to be considered as scientifically interesting and visually appealing to be in the cover of the journal. Images should be high-resolution (300 dpi) and 17 by 17 cm in size. Images should be original, and authors grant Ambi-Agua the license to publish. Upload the image as an additional supplemental file. Author should hold the copyright for the submitted image.

In any case, authors grant Revista Ambiente & Agua the license to use any of the manuscript published image to be used as the issue cover unless expressly stated the contrary.

### **Sending Manuscripts**

Before you begin to submit, review the final version of the manuscript, the Cover Letter text, have the digital copy of the receipt of the payment of the submission fee, if not paid thorough PayPal, and log in: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/login>. As an author, start new submission, following the instructions. Remember that you can always change the system language interface, in the menu on the right. Your submission will be complete with the "upload" of four files: 1) text of manuscript; 2) Cover Letter; 3) "Checklist of submission" filled; and 4) the receipt of payment fee. These files should be submitted as "supplementary documents" in the journal system. Doubts? Write to [ambi.agua@gmail.com](mailto:ambi.agua@gmail.com).

## ANEXO 2



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS



## Questionário

Propriedade: ..... Data: .... / .... / .... Município: .....
--

## 1. Fonte de abastecimento da propriedade?

Subterrânea

Superficial

## 2. Atividade no entorno da propriedade?

Industrial

Agrícola

Outros

## 3. A piscicultura é a fonte de renda principal da sua propriedade?

Sim

Não

## 4. Qual a fonte de renda?

R:.....

## 5. Tamanho do viveiro?

Viveiro 01 -

Viveiro 02 -

## 6. Densidade do viveiro?

Viveiro 01 -

Viveiro 02 -

## 7. Forma de abastecimento, entrada independente ou dependente?

Viveiro 01 -

Viveiro 02 -

## 8. Profundidade do viveiro?

Entrada Saída

Viveiro 01 -

Viveiro 02