

## Produção de pacus e tambacus em tanques-rede na região Sul do Estado de São Paulo

Leonardo, A.F.<sup>1</sup>; Lattanzi, G.R.<sup>2</sup>; Bueno, G.W.<sup>3</sup>; Baccarin, A.E.<sup>4</sup> e Reis Neto, R.V.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Registro. SP. Brasil.

<sup>2,3,5</sup>Universidade Estadual Paulista. Registro. SP. Brasil.

<sup>4</sup>Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. Registro. SP. Brasil.

### PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Aquicultura sustentável.

Limnologia.

Águas.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Sustainable aquaculture.

Limnology.

Ponds.

### INFORMATION

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 21.08.2018

Aceptado/Accepted: 15.06.2020

On-line: 15.07.2020

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

afleonardo@apta.sp.gov.br

### INTRODUÇÃO

A produção nacional de espécies de “peixes redondos”, como o pacu *Piaractus mesopotamicus* e o tambaqui *Colossoma macropomum*, bem como alguns híbridos entre estas espécies, já ocupam um lugar de destaque na aquicultura de águas continentais. A produção brasileira de peixes advindos da piscicultura, no ano de 2019, foi de 758.006 mil toneladas, tendo

### RESUMO

Foram avaliadas as condições físicas e químicas da água de uma represa rural utilizada para piscicultura em tanques rede, em Pariqueira-Acu, SP. Neste local foram instalados 12 tanques rede de 4 m<sup>3</sup>, estocados com 300 pacus e 300 tambacus sendo 12,5 kg/m<sup>3</sup>, durante o período de 180 dias. Para determinar a qualidade da água da represa, foram analisados cinco pontos de coleta mensalmente: abastecimento, área de criação, dividida em três pontos (10 cm, 70 cm e 150 cm de profundidade) e efluente. As médias das variáveis analisadas ( $\pm$  desvio padrão) foram: oxigênio dissolvido,  $8,97 \pm 2,46$  mg L<sup>-1</sup>; temperatura máxima e mínima da água  $27,20 \pm 2,08$  e  $21,38 \pm 1,34$  °C, pH  $6,45 \pm 0,74$ , transparência da água  $96,67 \pm 0,70$  cm, alcalinidade total  $19,26 \pm 9,40$  mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, condutividade elétrica  $49,38 \pm 3,60$   $\mu$ S cm<sup>-1</sup>, nitrogênio amoniacal total  $0,002 \pm 0,004$  mg L<sup>-1</sup>, fosforo total dissolvido  $0,01 \pm 0,01$  mg L<sup>-1</sup>, e índice de estado trófico (ET) calculado foi de  $49,3 \pm 7,3$ . Concluímos que a criação de pacu e de tambacu em tanque rede não comprometeu a qualidade da água do reservatório rural. Entretanto as boas práticas de manejo zootécnico e o monitoramento ambiental devem ser realizados para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável.

### Production of pacus and tambacus in cage culture in the southern region of the State of São Paulo

### SUMMARY

The study aimed to evaluate physical and chemical water conditions of a rural reservoir utilized for cage fish culture in Pariqueira-Acu, SP. In this place 12 cages of 4 m<sup>3</sup> were installed and stocked with 300 pacus e 300 tambacus per 12,5 kg/m<sup>3</sup>, during the period of 180 days. To determine reservoir water quality five points of collection were analyzed every month: water supply, fish rearing area divided into three depths (10 cm, 70 cm and 150 cm) and effluent. Averages of analyzed parameters  $\pm$  standard deviation were: dissolved oxygen,  $6,83 \pm 0,7$  mg O<sub>2</sub>D L<sup>-1</sup>; maximum and minimum temperature,  $27,20 \pm 2,08$  and  $21,38 \pm 1,34$  °C, respectively; hydrogenionic potential,  $6,45 \pm 0,74$ ; transparency, cm; total alkalinity,  $19,26 \pm 9,40$  mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>; electric conductivity,  $49,38 \pm 3,60$   $\mu$ S cm<sup>-1</sup>; total ammonia,  $0,002 \pm 0,004$  mg L<sup>-1</sup>, total dissolved phosphorus  $0,01 \pm 0,01$  mg L<sup>-1</sup>. Calculated Trophic Estate Index was  $49,3 \pm 7,3$ . We conclude that pacus e tambacus cage culture did not compromise the water quality of rural reservoir. However animal production good practices and environmental monitoring should be followed for a sustainable fish culture.

crescido 4,9%, os peixes nativos passaram a representar 38% na produção com 287.930 t segundo o Anuário de Piscicultura da Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR, 2020).

O maior desafio da piscicultura sustentável que alie o desenvolvimento econômico e a preservação da biodiversidade será estabelecer programas de melhoramento genético e de geração de tecnologias para a

produção das espécies nativas com as características zootécnicas de interesse (Alves *et al.*, 2014).

Neste contexto de sustentabilidade e geração de renda, a produção de peixes em tanques-rede ou gaiolas flutuantes favorece o melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, como reservatórios, rios e lagos, permitindo a troca completa de água dentro dos tanques-rede várias vezes ao dia, o que proporciona oxigenação aos peixes e dispersão dos metabólitos produzidos, principalmente resíduos fosfatados e nitrogenados (Bureau e Hua, 2010; Gondwe *et al.*, 2011; Canale *et al.*, 2016).

No entanto, é uma atividade considerada potencialmente poluidora e pode acarretar acúmulo de matéria orgânica e aumento dos nutrientes no ambiente aquático, principalmente de nitrogênio e fósforo, produto da excreção dos peixes e sobras de ração (Macedo *et al.*, 2010; Bueno, 2015; Rabassó e Hernández, 2015; Cai *et al.*, 2016). Soma-se a isso, o lançamento de esgoto doméstico e industrial, o uso de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, que quando lixiviado ocasionam a contaminação da água a qual pode ser agravada com o desmatamento das matas ciliares devido a intensificação do assoreamento e erosão no corpo hídrico.

Dessa forma, o monitoramento físico-químico da qualidade da água, o uso de indicadores é considerado importante ferramenta a ser utilizada no monitoramento e controle da eutrofização do corpo hídrico, dentre estas destaca-se o Índice de Estado Trófico (IET), desenvolvido com a finalidade de classificar as águas de lagos e reservatórios (Lamparelli, 2004; Bueno *et al.*, 2008; ANA, 2014). Este índice divide os sistemas tradicionais em três classes: oligotrófico, mesotrófico e eutrófico, sendo que determinados sistemas incluem, também classes como o ultraoligotrófico, hipereutrófico, entre outras que são baseados na concentração de fósforo e clorofila *a* no ambiente aquático (Carlson, 1977).

Diante deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar as condições físicas e químicas da água em uma represa rural onde foram implantados tanques rede para criação pacu e tambacu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado, no setor de Piscicultura do Pólo Regional do Vale do Ribeira, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA Regional), localizado no município de Pariquera-Açú (latitude 24° 43' 14" S; longitude 47° 52' 43" O; altitude 39 m). O município apresenta clima equatorial úmido (Af pela Classificação de Köppen-Geiger), com temperatura máxima média 26,5°C e mínima média 17,0°C e precipitação acumulada anual de 1495,0mm. A represa utilizada no estudo apresenta uma área de 20.700 m<sup>2</sup> de superfície de água, com profundidade média de 5 m e vazão média no período da seca (outono e inverno) de 0,010 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, e no período das chuvas (primavera e verão) com vazão média de 0,028 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Instalaram-se duas linhas com nove tanques-redes de 4m<sup>3</sup>, totalizando 18 tanques-redes com espaçamento entre tanques de dois metros.

Foi realizado um ciclo de produção utilizando-se 300 juvenis de pacus e 300 juvenis de tambacus, com peso médio inicial de 120 ± 0,2 g na densidade de estocagem de 12,5 peixes por m<sup>3</sup>.

Diariamente, foi observado o índice de mortalidade, por meio da contagem de peixes mortos encontrados na superfície da coluna d'água, e ao final do período de criação, por meio da contagem total do número de peixes por tanque rede. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, durante seis dias por semana, com ração comercial com 24% de proteína bruta. A quantidade ofertada durante todo ciclo de criação foi calculada na biomassa total de cada tanque rede iniciando com 10% do peso vivo (PV) dos peixes no primeiro mês, 7% PV no segundo mês, 5% PV no terceiro mês, 3% PV no quarto e quinto mês, e finalizando a 2% PV no sexto mês.

Antes de cada alimentação a temperatura da água foi aferida, e quando a temperatura estava fora da faixa térmica de conforto dos peixes (acima de 32° e abaixo de 23°C) era fornecida metade da quantidade de ração preestabelecida para cada tanque, em função do comportamento dos peixes, o restante da ração era ofertado ou não. Ao final do período de alimentação, manhã e tarde, o total de ração fornecida foi registrada em cada tanque. Ao final do período experimental foram despesados 1.015,00 kg de peixe. Portanto, o total de ração utilizado durante o experimento foi de 1.968,00 kg com uma conversão alimentar média de 1,98 para pacu e 1,73 para tambacu.

O experimento foi conduzido em três períodos: antes, durante e depois da produção de peixes sendo: junho a agosto (90 dias), outubro a março (180 dias) e abril a junho (90 dias), respectivamente. Durante este período, monitoraram-se mensalmente os níveis de oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>D mg L<sup>-1</sup>) e temperatura da água (°C) utilizando-se o aparelho portátil YSI 550A, além do potencial hidrogeniônico com o medidor de pH digital HANNA-21 e condutividade elétrica (µS. cm<sup>-3</sup>), utilizando-se o condutivímetro de bancada ADAMO C-150. A transparência da água (cm) foi medida com o Disco de *Secchi*. Estas medições foram realizadas em três diferentes locais da represa: abastecimento (AB) a 40 cm da superfície, na área onde estavam instalados os tanques-rede (TR) a 100 cm da superfície e no efluente de lançamento (EF) da represa a 40 cm da superfície. Nestes mesmos locais, utilizando uma garrafa de Van Dorn, coletaram-se mensalmente amostras de água em triplicata que posteriormente foram acondicionadas em garrafas plásticas, armazenadas na ausência de luz e refrigeradas a 4°C para posteriores análises laboratoriais.

A determinação da alcalinidade total (CaCO<sub>3</sub> mg L<sup>-1</sup>) foi realizada por meio de titulação com ácido forte (Golterman *et al.*, 1978) e a concentração de nutrientes dissolvidos foi realizada por meio da filtragem das amostras de água em membrana do tipo GF/C Whatman (0,45 µm de porosidade, 47 mm de diâmetro), sendo posteriormente congeladas para análise das concentrações de nitrogênio amoniacal total (mg L<sup>-1</sup>) de acordo com o proposto por Koroleff (1976). A clorofila *a* (µg L<sup>-1</sup>) o método de Nusch (1980) e Marker *et al.* (1980).

Amostras de água não filtradas também foram congeladas para posterior análise da bioacumulação de P-total na água, nos três períodos estudados, onde seguiu-se o proposto por Golterman *et al.* (1978) por meio do método de leitura em ultravioleta visível (UV-vis). A partir dos resultados obtidos para as concentrações de P-total e Clorofila *a* determinou-se o índice de eutrofização do ambiente aquático.

O Índice do Estado Trófico foi composto pelo Índice do Estado Trófico para o Fósforo – IET (PT) e o Índice do Estado Trófico para a Clorofila *a* – IET (CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

$$\text{IET (CL): } 10^* (6 - (0,92-0,34^* (\ln \text{Cl}) / \ln 2));$$

$$\text{IET (PT): } 10^* (6 - (1,77-0,42^* (\ln \text{PT}) / \ln 2));$$

onde:

Cl: concentração de Clorofila *a* medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

PT: concentração de Fósforo Total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

O resultado apresentado nas tabelas do IET foi a média aritmética simples dos índices relativos ao Fósforo Total e a Clorofila *a*, segundo a equação:

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

Foi utilizada a classificação numérica descrita por Lamparelli (2004), a qual classifica os ambientes como: ultraoligotrófico ( $\text{IET} \leq 47$ ), oligotrófico ( $47 < \text{IET} \leq 52$ ), mesotrófico ( $52 < \text{IET} \leq 59$ ), eutrófico ( $59 < \text{IET} \leq 63$ ), supereutrófico ( $63 < \text{IET} \leq 67$ ) e hipereutrofico ( $>67$ ).

Os dados obtidos de oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, condutividade, nitrogênio total, fósforo total, temperatura e transparência da água foram analisados considerando os efeitos do local de coleta (abastecimento – AB, tanques-rede – TR e efluente EF), período de coleta (antes, durante e após o experimento) e tempo da coleta, que se refere ao mês que os dados foram coletados para cada período de coleta. Neste caso, foi então considerado um modelo com as parcelas subdivididas no tempo de coleta e com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 3 x 3 (local x período), conforme descrito abaixo:

$$y_{ijkl} = \mu + L_i + P_j + T_k + (LP)_{ij} + (LT)_{ik} + (PT)_{jk} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$  é o valor observado de variável analisada no  $i$ -ésimo local de coleta,  $j$ -ésimo período de coleta,  $k$ -ésimo tempo (mês) de coleta na  $l$ -ésima repetição;

$\mu$  é uma constante comum a todas observações;

$L_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo (AB, TR e EF) local de coleta;

$P_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo (antes, durante e após) período de coleta;

$T_k$  é o efeito do  $k$ -ésimo tempo (mês) de coleta;

$(LP)_{ij}$  é o efeito da interação entre o  $i$ -ésimo (AB, TR e EF) local com  $j$ -ésimo (antes, durante e após) período de coleta;

$(LT)_{ik}$  é o efeito da interação entre o  $i$ -ésimo (AB, TR e EF) local com o  $k$ -ésimo tempo (mês) de coleta;

$(PT)_{jk}$  é o efeito da interação entre o  $j$ -ésimo (antes, durante e após) período com o  $k$ -ésimo tempo (mês) de coleta

$e_{ijkl}$  é o erro aleatório associado a cada observação supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos.

Sendo o erro A (parcela) o fator  $T_k$  e o erro B (sub-parcela) os fatores  $(LT)_{ik}$ ,  $(PT)_{jk}$  e  $e_{ijkl}$ .

Para se verificar a ocorrência de estratificação foi realizada análise de variância de médias repetidas utilizando-se o tempo (meses) e como repetição os pontos de coleta, em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

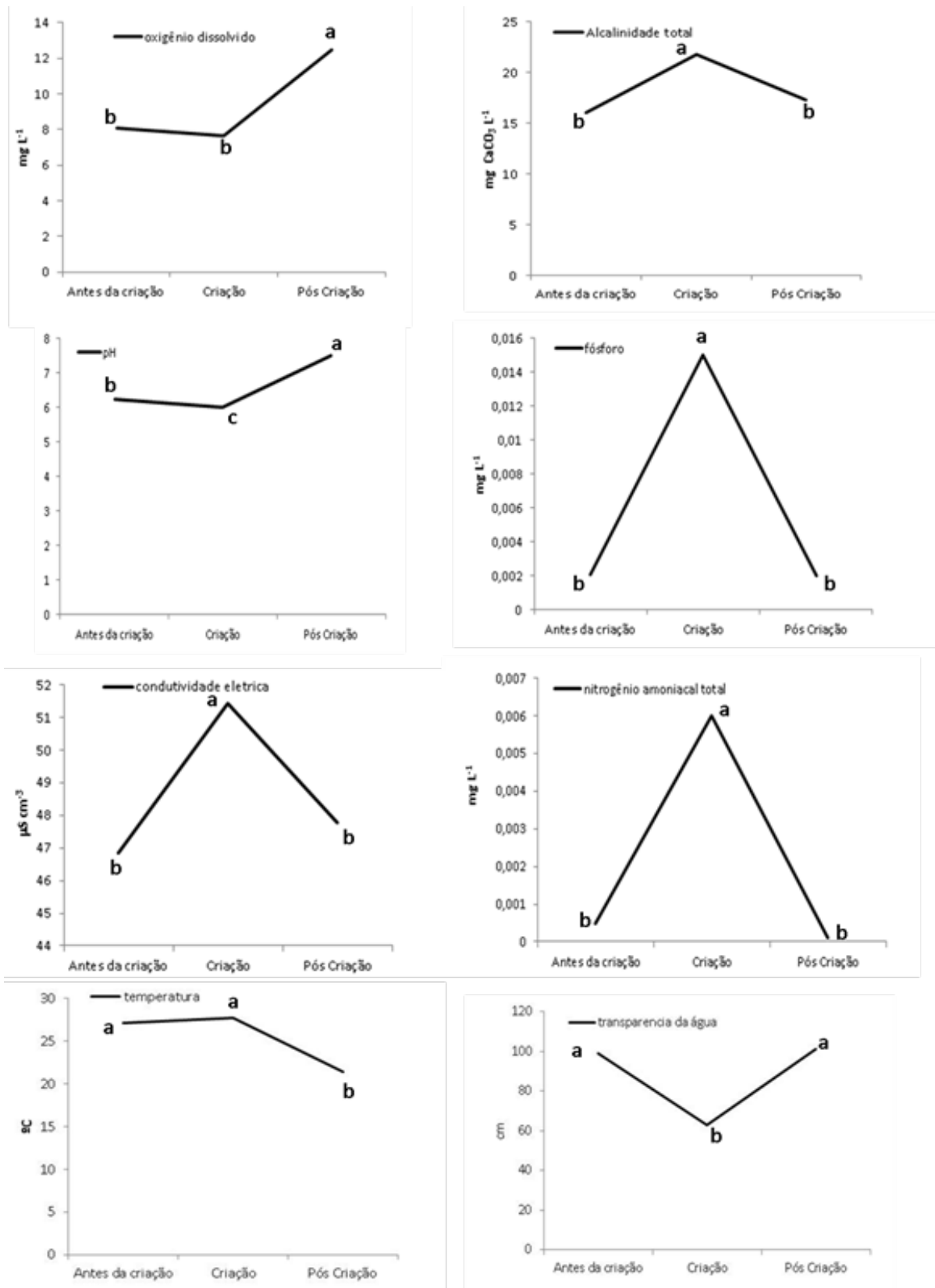
Não houve efeito da interação ( $P > 0,05$ ) entre os locais e períodos de coleta para nenhuma das variáveis analisadas, indicando que estes fatores são independentes para parâmetros de qualidade de água que foram medidos.

Os valores médios de oxigênio dissolvido  $\text{mg L}^{-1}$ , durante as três fases do experimento, Antes da criação, Criação e Pós criação, apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), quando comparados durante as três fases experimentais, entretanto não houve diferença entre os pontos de amostragem: abastecimento (40 cm), superfície (10 cm), meio (70 cm) e fundo (150 cm) da área de criação e efluente para todos os parâmetros limnológicos analisados durante os doze meses (**Figura 1**).

O resultado observado em relação ao nível de oxigênio dissolvido nas três fases experimentais corrobora com trabalho Leonardo *et al.* (2011) trabalhando com tilápias em tanques redes no mesmo reservatório. De acordo com Kubtiza (2007), o produtor deve assegurar um nível de oxigênio de pelo menos 3 a 4  $\text{mg L}^{-1}$ , pela manhã, no interior do tanque rede, de forma a manter um adequado desempenho dos peixes.

Verifica-se que os valores médios pH, condutividade elétrica  $\text{m cm}^{-3}$ , alcalinidade total  $\text{mg L}^{-1}$ , nitrogênio amoniacal total  $\text{mg L}^{-1}$  e fósforo total  $\text{mg L}^{-1}$  apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os períodos experimentais (fases) **Figura 1**.

Segundo Bourg e Loch, 1995; Gill, 1996; Weiner, 2000, acompanhar as variações diárias, semanais e mensais no corpo hídrico onde há criação de peixes, permitirá identificar as mudanças no ecossistema aquático acompanhando a oxidação, redução, precipitação e dissolução de várias substâncias e sobre o metabolismo dos organismos aquáticos. Durante os meses de coleta, os valores aferidos para pH apresentaram pequenas variações, de alcalino para neutro e vice-versa mantendo-se dentro dos valores normais para desenvolvimento da vida aquática Boyd, 1990.



**Figura 1.** Valores médios, por ponto de amostragem, de Oxigênio Dissolvido (mg L<sup>-1</sup>), Potencial Hidrogeniônico (pH), Alcalinidade da Água (mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>), Condutividade Elétrica (µS cm<sup>-3</sup>), Nitrogênio Amoniacal Total (mg L<sup>-1</sup>), Fósforo Total (mg L<sup>-1</sup>), Temperatura da Água (°C) e Transparência da Água (cm), durante as três fases de experimento e nos pontos de coleta: Antes da criação, Criação e Pós criação (Average values, per sampling point, Dissolved Oxygen (mg L<sup>-1</sup>), Hydrogenionic Potential (pH), Water Alkalinity (mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>), Electrical Conductivity (µS cm<sup>-3</sup>), Total Ammoniacal Nitrogen (mg L<sup>-1</sup>), Total Phosphorus (mg L<sup>-1</sup>), Water Temperature (°C) and Water Transparency (cm), during the three phases of experiment and at collection points: Before creation, Creation and Post creation).



**Tabela I.** Valores médios (média  $\pm$  desvio padrão) do Índice do Estado Trófico (IET) durante o período experimental (Mean values (mean  $\pm$  standard deviation) of the Trophic State Index (EIT) during the experimental period).

Ponto de coleta	Antes da Produção	Produção	Pós-Produção
Abastecimento	42,2 $\pm$ 0,4 <sup>o</sup>	59,6 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	47,3 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>
Tanques-rede	41,3 $\pm$ 0,6 <sup>o</sup>	58,4 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	48,1 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>
Efluente	42,0 $\pm$ 0,7 <sup>o</sup>	57,2 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	47,2 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%, houve diferença estatística entre linhas.

Em relação à condutividade elétrica e alcalinidade total, pode-se observar, na (Figura 1), que estes valores se alteram entre as fases experimentais sendo mais elevado na fase de criação. Esta elevação durante a fase de criação pode ser explicada pela mudança no manejo da represa, com altos níveis de arrazoamento e alta densidade de estocagem. Isto provavelmente ocasionou o acúmulo de íons oriundos da mineralização dos restos de ração e das excretas dos peixes, os quais contribuíram com o aumento dos valores da condutividade elétrica e da alcalinidade total, como foi observado por Verani (1987) e Frossard (1993). Entretanto, os valores observados não ultrapassaram os limites recomendados pela literatura de 70 a 120  $\text{m cm}^{-3}$  (Sipauba Tavares 1994) e 300  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$  (Kubitza, 1999).

Segundo Lazzari e Baldisseroto (2008), os compostos nitrogenados e fosforados são os principais produtos de excreção dos peixes, e ambos podem afetar, não só a água de criação, como o ambiente como um todo. A produção de resíduos metabólicos de N e P pelos peixes é determinada por diversos fatores endógenos e exógenos, como genética, idade, tamanho, ambiente de criação e dieta. Nos doze meses deste trabalho podemos observar que para ambas as variáveis limnológicas houve diferença significativa entre os períodos de coleta.

Mesmo havendo esta diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os períodos antes da criação, criação e pós criação, os níveis de fósforo total não ultrapassaram o limite permitido proposto pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama n° 357, de 17/03/2005, na Tabela II classe 2 – água doce que é de 0,020  $\text{mg L}^{-1}$ .

O nitrogênio amoniacal total (Figura 1), embora tenha ocorrido diferença significativa ( $p < 0,05$ ), da fase de criação em relação às demais fases do trabalho, os valores aferidos no presente estudo não comprometeram o corpo hídrico nem os peixes desta forma estando dentro do recomendado para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos, com base nos valores limites propostos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama n° 357, de 17/03/2005, na Tabela II classe 1 – água doce, o qual relata os padrões para corpos d'água onde haja pesca e criação de organismos para fins de consumo (BRASIL,

2005). Como o pH sempre ficou abaixo ou igual a 7,5, o valor máximo permitido para nitrogênio amoniacal total e de 13,3  $\text{mg L}^{-1}$ .

Segundo Esteves, 1988 a temperatura da água é um dos principais limitantes dos vários processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas, até a distribuição ecológica das espécies animais.

Entretanto houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as fases do trabalho, as fases antes de criação e criação possibilitou explorar ao máximo todas as condições propícias para bom desenvolvimento animal, como água de boa qualidade e na temperatura de conforto, alimento de boa qualidade e quantidade certa, e densidade populacional correta. Já o período após criação foi uma transição da estação climática outono para inverno mas como a despesca já tinha ocorrido esta temperatura abaixo da faixa de conforto para tilápias segundo (Boyd 1990).

Em relação a transparência da água, podemos observar na Figura 1 que houve uma diferença significativa de ( $p < 0,05$ ), atribuímos essa queda de transparência na fase de criação a dois motivos o primeiro é que o verão na região do Vale do Ribeira local do presente estudo é marcado por um alto índice pluviométrico diante deste fato a elevação dos córregos que formam a represa recebem o carreamento de terra das áreas agrícolas o segundo fator é que na fase de criação dos peixes há um aporte de matéria orgânica (ração, fezes e excrementos) no ambiente e, conseqüentemente, com o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica e material suspenso particulado.

De acordo com Índice de Estado Trófico (IET) e a sua classificação numérica, segundo Carlson (1977), modificada por Toledo *et al.*, (1983) que classifica os ambientes como: oligotrófico  $\leq 44$ , mesotrófico de 44–54, eutrófico de 54–74 e hipereutrófico  $> 74$ , a represa rural avaliada neste estudo houve uma diferença significativa entre os períodos amostras entretanto não houve diferença em os pontos de coleta.

Os três primeiros meses sem peixes a represa era classificada como oligotrófica, após a introdução dos peixes ela foi levemente eutrofizada e após a retirada dos peixes e ela passou para estado trófico mesotrófico como podemos observar na Tabela I.

Analisando todo período amostrado podemos classificar o estado trófico da como mesotrófico com valor de 49,3 este valor está muito próximo do trabalho de Leonardo *et al.* (2011) estudando a criação de tilápias em tanques rede em represa rural. Mesmo havendo intervenção humana com introdução da prática zootécnica da criação de peixes em sistema de tanques redes não prejudicou o corpo hídrico.

Estes resultados reforçam o recomendado pela Agência Nacional de Águas (2014) que enfatizam o uso do IET para avaliação contínua da qualidade da água e do potencial de risco de impacto ambiental em reservatórios e represas relacionados a exploração dos recursos hídricos, inclusive àqueles destinados a produção animal os quais necessitam de outorga e licenciamento ambiental para instalação e operação.

## CONCLUSÃO

Concluimos que a criação de pacu e de tambacu em tanque rede é viável zootecnicamente e não comprometeu a qualidade da água do reservatório rural. Entretanto as boas práticas de manejo zootécnico e o monitoramento ambiental devem ser realizados para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável.

## AGRADECIMENTOS

A FAPESP e aos técnicos do setor de Piscicultura do Polo Regional do Vale do Ribeira, Benedito de Aguiar Martins e André Luis Aguiar Martins pelo auxílio na execução do projeto de pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

- Agência Nacional de Águas – ANA 2014. Indicadores de qualidade: índice do estado trófico (IET). Disponível em <http://portalpnqa.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>. Acesso em: 21 março. 2018.
- Américo, JHP, Previato, V and de Carvalho, SL 2013. Qualidade da água de uma piscicultura em tanques-rede no rio São José dos Dourados, Ilha solteira - São Paulo. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9(2).
- Béné, C, Arthur, R, Norbury, H, Allison, EH, Beveridge, M, Bush, S, Campling, L, Leschen, W, Little, D, Squires, D, Thilsted, SH, Troell, M, Williams, M. 2016. Contribution of Fisheries and Aquaculture to Food Security and Poverty Reduction: Assessing the Current Evidence. *World Development*, v. 79, p.177-196.
- Boyd, CE, Tucker, CS 1998. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic, 700 p.
- Boyd, CE 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: Auburn University Experimental Station. 482 p.
- Brasil. 2005 Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Publicação DOU.: 18/03/2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>> Acesso em: 21 mar 2018.
- Bueno, GW 2015. Modelo bioenergético nutricional e balanço de massas para o monitoramento e estimativa de efluentes da produção comercial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em reservatório tropical 127p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- Bueno, GW, Marengoni, NG, Gonçalves, ACJ, Boscolo, RW, Teixeira, RA 2008. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá-PR vol. 30, núm. 3, pp. 237-243.
- Bureau, DP, HUA, K 2010. Towards effective nutritional management of waste outputs in aquaculture, with particular reference to salmonid aquaculture operations. *Aquaculture Research*, v.41, p.777-792.
- Cai, H, Ross, LG, Telfer, TC, Changwen, W, Zhu, A 2016. Environmental Science and Pollution Research, v.23, n.8, p.7529-7542.
- Canale, RP, Whelan, G, Switzer, A, Eisch, E 2016. A bioenergetic approach to manage production and control phosphorus discharges from a salmonid hatchery. *Aquaculture*, v.451, n. 20, p.137-146.
- Carlson, RE 1977. A trophic state index for lakes. *Limnologic. Oceanograf*, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 361-369.
- Dias, DC, Leonardo, AF, Tachibana, L, Correa, CF, Bordon, IA, Romagosa, E, Ranzani-Paiva, MJ T 2012. Effect of incorporating into the diet of matrinxã, *Brycon amazonicus*, breeders. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 28, p. 40-45.
- Esteves, FA 1998. Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência
- Frasca-scorvo, CM, Scorvo-filho, JD, Donadelli, A, Turco, PHN 2012 Piscicultura em tanques rede em represas rurais. *Pesquisa & Tecnologia* vol. 9 n° 1 de janeiro a junho de 2012.
- Garcia, F, Romera, DM, Gozi, KS, Onaka, EM, Fonseca, FS, Schalch, SHC, Candeira, PG, Guerra, LOM, Carmo, FJ, Carneiro, DJ, Martins, MIEG, Portella, MC 2013. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*, v. 410, p. 51-56
- Godoy, AC, Fries, E, Corrêia, AF, Melo, IWA, Rodrigues, RB, Boscolo, WR 2016. Digestibilidade aparente de farinha de carne e ossos de peixe para tilápia do Nilo. *Archivos de Zootecnia*, 65(251):341-348.
- Golterman, HL, Clymo, RS, Ohnstad, MAM. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. London: IBP, Blackwell Science. Public. 213p.
- Hennemann, MC & Petrucio, MM 2011. Spatial and temporal dynamic of trophic relevant parameters in a subtropical coastal lagoon in Brazil. *Environmental Monitoring Assessment*, 181:347-361.
- Hua, K, Bureau, DP 2010. Quantification of differences in digestibility of phosphorus among cyprinids, cichlids, and salmonids through a mathematical modelling approach. *Aquaculture*, v.308, p.152-158.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Produção da pecuária Municipal. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-39.
- Koroleff, F 1976. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (ed) *Methods of seawater Analysis*. Verlag Chemie Weinheim. p.117-181.
- Kubitza, F 2000. Tilápia: Tecnologia e Planejamento na produção de Comercial. Jundiá, 285p.
- Lamparelli, MC 2004. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação de métodos de monitoramento, São Paulo. 235p. (Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo em: (<http://ib.usp.br/ensino/pos-graduacao>) Acesso em: 12 jun. 2015.
- Leonardo, AF, Correa, CF, Baccarin, AL 2011. Qualidade da água de um reservatório submetido a criação de tilápias em tanques-rede, no sul de São Paulo, Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*, 37(4): 341-354.
- Leonardo, AF, Romagosa, E, Batlouni, SR, Borella, MI 2006. Occurrence and significance of ovarian and follicular regression and follicular cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* (Online), The Netherlands, v. 58, p. 831-840.
- Macedo, CF & Sipaubá-Tavares, LH 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Bol. Inst. Pesca*, 36(2), 149-163.
- Mackereth, FJH, Heron, J, Talling, JF 1978 Water Analyses. London: *Freshwater Biological Association*. 120p.
- Malheiros, CH, Haridoim, EL, de Lima, ZM & Amorim, RSS 2012. Quality of water of a dam located in an agricultural area (Campo Verde, MT, Brazil). *Revista Ambiente & Água*, 7(2), 245.
- Marker, FH, Nusch, EA, Rai, H 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standardization of methods: *Archiv Hydrobiologie*, Stuttgart, 14; 91 – 106.
- Mudroch, A e Macknight, SD 1991. CRC Handbooks of techniques for aquatic sediments sampling. CRC Press Inc. 210p.
- Nunes, MV, Ferreira, MJ, & do Nascimento, RR 2013. Estudo das diferenças das variáveis abióticas de um riacho de pequena ordem e de uma represa. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9(2).
- Nusch, EA 1980. Comparison of different methods for Chlorophyll and phalopigments determination. *Archiv Hydrobiologie*, 14: 14-36.
- Popma, TL and Lovshin, LL 1996. World wide prospects for commercial production of tilapia. *Res. Develop. Series*, 41: 1-23.
- Romagosa, E, Paiva, P, Godinho, HM, Talmelli, EA 2003. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* mantidas em cativeiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 29, n.2, p. 151-159.
- Scorvo Filho, JD, Frasca-Scorvo, CMD, Alves, JMC & Souza, FRAD 2010. Tilapia culture and its inputs, economic relations. *Rev. Bras de Zootecnia*, 39, 112-118.
- Tovar, A, Moreno, C, Manuel-vez, MP, García-vargas, M 2000. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. *Water Resource*, 34(1), 334.
- Wetzel, RG 2001. Limnology: lake and river ecosystems. San Diego: Academic Press. 1006 p.