

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS**  
**PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**

**IRINEU FREDERICO FEIDEN**

Estudo da qualidade da água durante a criação de peixes em tanques-  
rede no reservatório de Salto Caxias

Toledo

2012

**IRINEU FREDERICO FEIDEN**

Estudo da qualidade da água durante a criação de peixes  
em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias -  
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca: Aquicultura e Manejo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira  
Co-orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden

Toledo

2012

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**IRINEU FREDERICO FEIDEN**

Estudo da qualidade da água durante a criação de peixes  
em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias -  
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca: Aquicultura e Manejo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

## COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. José Dilson Silva Oliveira  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. Altevir Signor  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Fabio de Araújo Pedron  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Aprovada em: 03 de agosto de 2012.

Local de defesa: Auditório da Unioeste/*Campus* de Toledo.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Feiden, Irineu Frederico  
Estudo da qualidade da água durante a criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias / Irineu Frederico Feiden; orientador José Dilson Silva Oliveira; coorientador Aldi Fedin. -- Toledo, 2012.  
23 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2012.

1. Aquicultura. 2. fatores físicos e químicos. 3. sustentabilidade. 4. cultivo superintensivo. I. Oliveira, José Dilson Silva, orient. II. Fedin, Aldi, coorient. III. Título.

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos que contribuíram para sua realização, em especial ao Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira e ao Prof. Dr. Aldi Feiden, que sempre me estimularam a dar este grande passo. Estas duas pessoas com muita sabedoria, discernimento, bom senso e dedicação estiveram ao meu lado me encorajando nas horas difíceis e me aplaudindo nos momentos de glória. Obrigado por serem profissionais corretos e competentes, fonte de inspiração, apoio e ensino diário.

## AGRADECIMENTO(S)

Nesta página muito especial deste trabalho, gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus, no qual confio e que tem me dado forças para seguir em frente, à minha família, em especial à minha esposa Vanderléia Carla Dreissig e meu filho Nicholas Grigoletto Feiden, e aos meus pais, os quais sempre me apoiaram e me incentivaram nesta jornada, neste período do Mestrado.

Ao Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira, orientador desta dissertação, por todo empenho e compreensão e, acima de tudo, exigência. Gostaria de agradecer a sua disponibilidade, sugestões, revisões, que contribuíram para este trabalho.

Ao Prof. Dr. Aldi Feiden, co-orientador desta dissertação, por sua ajuda e interesse, empenho, dedicação, acompanhamento, correções, sugestões e principalmente apoio técnico.

Ao Ms. Odair Diemer, pelo acompanhamento, disposição e apoio incondicional nas discussões e elaboração dos modelos.

Ao GEMaQ – Grupo de Estudos e Manejo e Aquicultura, pela estrutura oferecida e apoio técnico para que esta dissertação pudesse ter acontecido.

Aos colegas do GEMaQ, que sempre estiveram disponíveis para desenvolvimento de atividades relativas ao trabalho.

Ao Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, da Universidade Estadual Oeste do Paraná, por oferecer e oportunizar este avanço a profissionais da área.

## Estudo da qualidade da água durante a criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias

### RESUMO

O controle dos parâmetros abióticos na criação de peixes em tanques-rede é dificultado devido às estruturas serem distribuídas ao longo de áreas extensas, locais esses que estão sujeitos às intempéries do tempo e do próprio meio em que se situam. Desta maneira, o conhecimento do comportamento dos fatores físicos e químicos é de suma importância para que a atividade piscícola ocorra de forma sustentável e ambientalmente correta. Assim, o presente estudo teve como objetivo a realização de um monitoramento das características limnológicas durante o período de um ano e verificar se ocorrem variações temporais, longitudinais e verticais na qualidade da água na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias no Rio Iguaçu e com os resultados obtidos determinar a capacidade de suporte do local. O estudo foi realizado durante os meses de agosto de 2010 a julho de 2011, sendo feita uma coleta a cada mês. Os parâmetros avaliados foram: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, transparência da água, clorofila, fósforo total e ortofosfato. Para avaliar a dinâmica longitudinal foram estabelecidas seis estações de amostragem de forma que abrangessem toda a área de influência dos tanques-rede. Para determinar a dinâmica vertical, as amostras foram coletadas com auxílio de uma garrafa de *Van Dorn* em três estratos: Epilímnio (camada superficial), Metalímnio (camada intermediária) e Hipolímnio (camada profunda). A estimativa da capacidade de suporte foi efetuada empregando-se o método desenvolvido por Dillon e Rigler (1974). Houve variações temporais (exceto para o pH e clorofila) e não ocorreu alterações espaciais e verticais (exceto para o oxigênio dissolvido). De modo geral, o local apresenta características propícias para criação de peixes, não havendo indícios de deterioração da qualidade de água. Nos meses de dez./10 a mar./11 as temperaturas da água foram mais favoráveis para o cultivo de peixes. A capacidade de produção do local pode ser aumentada em 44 toneladas, sem exceder o limite de fósforo recomendado na resolução n. 357/05 do CONAMA.

**Palavras-chave:** Aquicultura, fatores físicos e químicos, sustentabilidade, cultivo superintensivo.

## Study of water quality during fish farming in net tanks in the Salto Caxias reservoir

### ABSTRACT

The control of abiotic parameters in fish farming in ponds network is difficult because the structures are distributed over large areas, these sites are subject to the weather forecast and the actual environment in which they are located. Thus, knowledge of the behavior of physical and chemical factors is of paramount importance to the activity occurring fish in a sustainable and environmentally friendly. Thus, this study aimed to carry out a monitoring of limnological characteristics during the period of one year and see if there are changes in time, longitudinal and vertical water quality in the catchment area of fish farming in ponds in the reservoir of Salto Network Caxias in Rio Iguaçu and the results determine the carrying capacity of the site. The study was conducted during the months of August 2010 to July 2011 and made a collection every month. The parameters evaluated were: water temperature, hydrogen potential (pH), dissolved oxygen, water transparency, chlorophyll, total phosphorus and orthophosphate. To evaluate the longitudinal dynamics of six stations are established in a sample covering the entire area of influence of the tanks network. To determine the dynamic vertical, the samples were collected with the aid of a Van Dorn bottle at three layers: epilimnion (surface layer), Metalimnio (middle layer) and hypolimnion (deep layer). The estimated carrying capacity was performed using the method developed by Dillon and Rigler (1974). There were temporal variations (except for the pH and chlorophyll) and no changes spatial and vertical (except for dissolved oxygen). Overall, the site presents characteristics favorable for breeding fish, nor is there evidence of deterioration of water quality. Months of the Dec/10 mar/11 water temperatures were more favorable for the growth of fish. The production capacity of the site can be increased by 44 tons, without exceeding the recommended limit of phosphorus in the resolution n. 357/05 of CONAMA.

**Key-words:** Aquaculture, physical and chemical factors, sustainability, culture superintensive.



Dissertação elaborada e formatada conforme as normas para publicação na Revista **Ciência Animal Brasileira** – UFG – Goiânia.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
REVISÃO LITERÁRIA.....	12
MATERIAL E MÉTODOS .....	13
RESULTADOS .....	15
CONCLUSÃO .....	21
REFERÊNCIAS .....	21

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso estratégico e um bem comum que deve ser compartilhado por todos. “A água é muito mais do que um recurso natural. Ela é parte integral do nosso planeta. Está presente há bilhões de anos, e é parte da dinâmica funcional da natureza” (PIELOU, 1998).

Esse recurso permite ao homem a exploração da pesca, como fonte de alimento.

A pesca e a aquicultura são consideradas pela ONU como atividades estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta, pois são capazes de fornecer alimento protéico de alta qualidade e de gerar emprego tanto em países desenvolvidos e em desenvolvimento (ARANA, 1999).

Nesse sentido, Tundisi (2005) menciona que os reservatórios artificiais têm sido utilizados para múltiplas finalidades, dentre elas a produção de alimento por meio da piscicultura.

Assim, a gestão e o monitoramento da qualidade hídrica dos reservatórios tornam-se fundamentais para a determinação dos usos múltiplos dos recursos hídrico. (ECHANIZ & VIGNATTI, 2009).

Mesmo não sendo a atividade mais impactante ao meio aquático (em comparação com a poluição causada pela agricultura, indústria e principalmente efluentes domésticos), a aquicultura contribui para a eutrofização dos reservatórios de água. (PAÉZ-OZUNA et al., 1999).

Neste sentido, os elementos fósforo e nitrogênio são importantes para os animais, pois são constituintes de diversas substâncias orgânicas, dentre elas as proteínas e os ácidos nucléicos. Por exemplo, o fósforo é um componente que todos os peixes necessitam para se desenvolver, e dietas com deficiências em fósforo podem reduzir a eficiência alimentar, o crescimento e, em casos extremos, afetar a formação do esqueleto e causar a morte dos animais. (BEVERIDGE, 1986).

Ainda, relativamente ao fósforo, a principal contribuição com o *input* desse elemento químico no ambiente aquático pelos sistemas de cultivos de peixes baseia-se nas rações e, conseqüentemente, na excreção dos animais. (ODUM & BARRETT, 2007).

Finalmente, como observam Ferreira et al. (2005), a eutrofização exagerada leva a uma deterioração da qualidade da água, podendo ocasionar profundas modificações na estrutura das comunidades aquáticas comprometendo, assim, a estabilidade do ecossistema.

Desta forma, este trabalho teve como foco o monitoramento das características limnológicas e a qualidade da água do reservatório de Salto Caxias no Rio Iguaçu, e determinar sua capacidade de suporte para a produção de peixes.

## **REVISÃO LITERÁRIA**

O Brasil apresenta um potencial hídrico e condições climáticas propícias para criação de peixes em tanques-rede, principalmente devido a pequeno espaço de área necessária em m<sup>2</sup> em relação ao tanque escavado, investimento relativamente barato, mas, sem dúvida, a alta densidade em m<sup>3</sup> na criação supera o sistema tradicional.

De acordo com Chagas et al. (2003), a tecnologia da piscicultura em tanques-rede aliada ao uso sustentável do meio ambiente é positiva e resulta em alta produtividade, devido à alta taxa de estocagem, e está sendo muito difundida no Brasil. Além disso, é uma técnica que conta com um vasto recurso hídrico natural, mas para que este empreendimento alcance êxito é necessário que o sistema seja economicamente viável e ambientalmente seguro.

É imprescindível a adoção de políticas que levem em conta os aspectos econômicos e sociais da região, e a sustentabilidade é um requisito para um sucesso amplo na área de criação de peixes em tanques-rede. Isto porque a criação de peixes em tanques-redes origina mudanças físicas, químicas e biológicas (HAAKANSON et al., 1988) intimamente ligadas ao metabolismo do peixe. Desta forma, as características do sistema podem sofrer alterações, como na qualidade e na taxa de renovação da água.

Podem ocorrer alterações quantitativas e qualitativas na qualidade da água ao longo do tempo em ambientes onde há criação de peixes em tanques-rede, e na superfície pode-se observar se há mudanças de variação temporal e não espacial e no fundo a espacial, porque os ambientes aquáticos são dinâmicos (ESTEVES, 1998).

Neste contexto, o controle dos parâmetros abióticos na criação de peixes em tanques-rede é dificultado devido às estruturas serem distribuídas ao longo de áreas extensas, locais esses que estão sujeitos as intempéries do tempo e do próprio meio em que se situam. Desta maneira, o conhecimento do comportamento dos fatores físicos e químicos é de suma importância para que a atividade piscícola ocorra de forma sustentável e ambientalmente correta (LIU et al., 2008).

O cultivo de peixes em tanques-rede configura-se como um agronegócio promissor e em desenvolvimento. Entretanto, os limites do ambiente precisam ser respeitados e o monitoramento ambiental deve ser freqüente para haja melhorias de condições econômicas e

sociais em uma região, pois se não houver um planejamento sustentável haverá riscos de deterioração da qualidade da água, acarretando uma série de prejuízos não só ambientais, como financeiros.

De acordo com Kubitzka (1999), pode ocorrer a mortalidade dos peixes se estratificações térmicas e químicas se desequilibrarem e os gases nocivos, como gás sulfídrico, gás carbônico, amônia e metano, que se concentram na camada profunda, circular por toda a coluna d'água, o que destaca a importância de se fazer levantamentos acerca do perfil vertical dos parâmetros físicos e químicos neste ambiente.

Neste cenário o monitoramento da qualidade de água é importantíssimo, permitindo uma visualização mais ampla da dinâmica longitudinal e temporal das características limnológicas locais ocasionadas devido à implantação de unidades produtoras de peixes. Isto auxilia na compreensão do comportamento do ambiente aquático, sendo útil na previsão da dinâmica desses sistemas diante da aquicultura, além de dar subsídio para o manejo adequado da produção evitando a degradação da qualidade de água (PEREIRA, 2004).

Assim, o objetivo deste estudo foi a realização de um monitoramento das características limnológicas durante o período de um ano, e verificar se ocorrem variações temporais, longitudinais e verticais na qualidade da água na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias no Rio Iguaçu e com os resultados obtidos determinar a capacidade de suporte do local além de identificar a melhor época de produção de peixes em função da temperatura da água.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

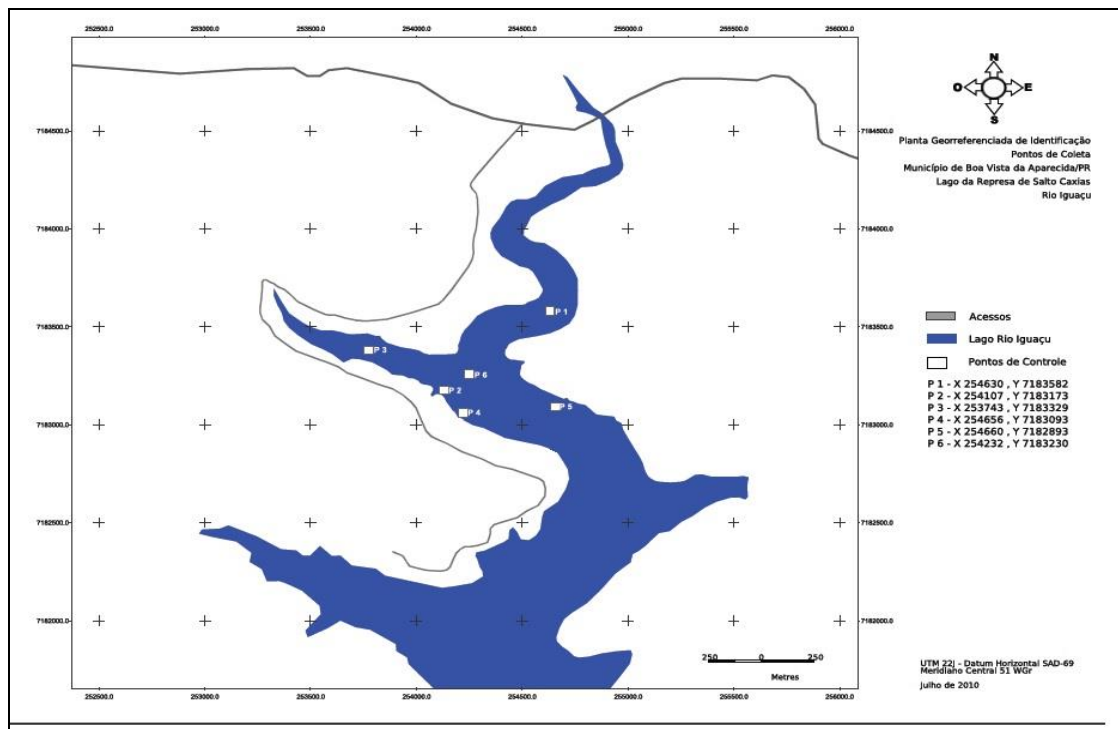
O estudo foi realizado durante os meses de agosto de 2010 a julho de 2011, sendo feita uma coleta a cada mês. As coletas foram conduzidas na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede, localizada no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia (CDT-Iguaçu), Município de Boa Vista da Aparecida – PR, reservatório da UH Governador José Richa (Salto Caxias) no rio Iguaçu, onde são criadas tilápias (*Oreochromis niloticus*) e espécies endêmicas do rio Iguaçu como: jundiá (*Rhamdia voulezi*), mandi-pintado (*Pimelodus britskii*) e surubim (*Steindachneridion melanodermatum*).

Os parâmetros avaliados foram: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido medidos *in loco* com emprego de um potenciômetro portátil da marca Hanna® Instruments com leitura digital; transparência da água obtida através do

desaparecimento visual do disco de Secchi; clorofila analisada segundo metodologia descrita por Wetzel e Likens (1991); fósforo total e ortofosfato de acordo com Mackreth et al. (1978).

Para análise de clorofila, fósforo total e ortofosfato foram coletadas amostras de água, preservadas em garrafas de polietileno escuras e conservadas resfriadas para posterior análise no Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura - GEMaQ/Unioeste (Toledo-PR).

Para avaliar a dinâmica longitudinal foram estabelecidas seis estações de amostragem de forma que abrangessem toda a área de influência dos tanques-rede. As estações foram assim distribuídas: **P1** – localizada a montante do Rio Jacutinga; **P2** – local de coleta dentro do perímetro dos tanques-rede; **P3** – local 100 metros acima dos tanques-rede; **P4** – local definitivo do CDT – Iguaçu; **P5** – local a uma distância de 500 metros abaixo dos tanques-rede; **P6** - confluência do Remanso e Jacutinga (Figura 1).



**Figura 1** – Estações de amostragem da área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede.

Para determinar a dinâmica vertical, as amostras foram coletadas com auxílio de uma garrafa de *Van Dorn* em três estratos: E - epilímnio (camada superficial), M - metalímnio (camada intermediária) e H - hipolímnio (camada profunda). O epilímnio (E) foi determinado por 0,54% da transparência, o hipolímnio (H) foi a profundidade máxima do local, e o metalímnio (M) foi calculado por intermédio da fórmula:  $M = (3 \times E + H)/2$ .

A estimativa da capacidade de suporte do CDT-Iguaçu foi efetuada empregando-se o método desenvolvido por Dillon e Rigler (1974). O modelo considerou a concentração média anual de fósforo total observado ao longo do período de estudo, ou seja, valores de fósforo total com o empreendimento em funcionamento e como limite de lançamento foi considerado o estabelecido na Resolução n. 357/05, do CONAMA.

O coeficiente de sedimentação do fósforo (R) foi determinado segundo a equação:

$$R = 1/(1+0,614*p*0,491),$$

em que:  $p$  = taxa de renovação da água do ambiente em número de vezes por ano.

Para o cálculo da capacidade de suporte (L) foi utilizada a expressão:

$$L = P*(Z*p)/(1-R),$$

na qual:  $P$  = limite máximo calculado para lançamento de fósforo total para o ambiente e  $Z$  = profundidade média do local.

Uma vez tendo sido calculada a capacidade de suporte do local, foi possível estimar a quantidade de peixes que poderá ser produzido no local. Para isto utilizou-se a tilápia como espécie referência, sendo considerada uma carga de 18,2 kg de fósforo lançado na água por tonelada de tilápia produzida e um período de cultivo de 180 dias e dois ciclos de produção por ano, de acordo com a metodologia descrita por Kubitza (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa SAS (2004).

## **RESULTADOS**

Os valores dos parâmetros abióticos analisados durante o período de estudo (pH, oxigênio dissolvido, transparência, clorofila, fósforo e ortofosfato) estão apresentados na Tabela 1. Observou-se que as variáveis pH e clorofila nos diferentes meses de coleta não

apresentaram diferença ( $P>0,05$ ). Entretanto, o oxigênio dissolvido, transparência, fósforo e ortofosfato diferiram estatisticamente ( $P<0,05$ ).

**Tabela 1.** Valores médios de pH, oxigênio, transparência, clorofila, fósforo e ortofosfato nos diferentes meses na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede.

Meses	Variáveis					
	pH	Oxigênio (mg/L)	Transparência (m)	Clorofila (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
Agosto/10	7,14	10,53c	2,60bc	0,0035	0,027h	0,006abc
Setembro/10	7,12	6,48ab	4,39f	0,0018	0,020dfg	0,006abc
Outubro/10	7,16	6,42ab	3,14cde	0,0018	0,024fgh	0,008cd
Novembro/10	7,21	6,64ab	1,29a	0,0036	0,025gh	0,008cd
Dezembro/10	7,40	6,60ab	3,27cde	0,0036	0,018de	0,005abc
Janeiro/11	7,13	7,34b	2,64bcd	0,0025	0,029h	0,001a
Fevereiro/11	7,35	6,35ab	3,64e	0,0018	0,028h	0,002ab
Março/11	7,11	5,93a	3,33de	0,0020	0,017cd	0,002ab
Abril/11	7,13	5,79a	3,09cde	0,0018	0,002a	0,002ab
Mai/11	7,29	7,24a	2,97cde	0,0028	0,019def	0,003abc
Junho/11	7,40	9,86c	1,95ab	0,0010	0,011abc	0,013d
Julho/11	7,11	12,06c	2,86cd	0,0023	0,005ab	0,008cd
C.V. (%)	7,21ns	7,99	12,42	59,98ns	18,63	51,75

Valores na mesma linha seguidos de letra diferente diferem estatisticamente ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey; ns = não significativo.

Em relação às variáveis abióticas nos distintos pontos analisados, verificou-se que não houve variação significativa ( $P<0,05$ ) entre os pontos, sugerindo que há uma homogeneidade da qualidade da água ao longo da área de estudo (Tabela 2).

Houve variações anuais ( $P<0,05$ ) (menos para pH e clorofila), sendo observado que a maior transparência ocorreu no mês de setembro, enquanto as menores incidiram sobre os meses de novembro e junho. Contudo, de maneira geral os valores de transparências foram superiores a 3 metros e, segundo Schmittou (1993), ambientes aquáticos que apresentam transparência da água acima de 2 metros de visualização pelo disco de Secchi proporcionam pouco enriquecimento em nutrientes, podendo ser utilizados para o cultivo de peixes em tanques-rede. Dessa forma, no atual estudo fica evidente que, embora possam ocorrer flutuações, o reservatório está propício ao cultivo de peixes por esse sistema.



**Tabela 2.** Valores médios de pH, oxigênio, transparência, clorofila, fósforo e ortofosfato nos diferentes pontos de coleta na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede.

Pontos	Variáveis					
	pH	Oxigênio (mg/L)	Transparência (m)	Clorofila (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
P1	7,22	7,28	3,07	0,002	0,028	0,017
P2	7,20	7,36	2,87	0,006	0,025	0,006
P3	7,20	7,60	2,95	0,003	0,029	0,017
P4	7,25	7,88	2,74	0,002	0,028	0,019
P5	7,23	7,80	2,97	0,003	0,026	0,019
P6	7,22	7,70	2,98	0,003	0,032	0,022
C.V. (%)	2,83ns	27,76ns	29,09ns	17,03ns	19,17ns	20,02ns

**ns** – não significativo ( $P < 0,05$ ) pelo análise de variância (ANOVA); **P1** – localizado a montante do Rio Jacutinga; **P2** – local de coleta dentro do perímetro dos tanques-rede; **P3** – local 100 metros acima dos tanques-rede; **P4** – local definitivo do CDT – Iguazu; **P5** – local a uma distância de 500 metros abaixo dos tanques-rede; **P6** - confluência do Remanso e Jacutinga.

As concentrações de oxigênio foram maiores nos meses de junho e agosto com médias superiores a 9,0 mg/L. Os teores desse gás na água variam com a temperatura, bem como depende ainda da pressão atmosférica (BOYD, 1998), e em lagos, como foi o caso deste estudo, ocorre variação contínua do oxigênio, em consequência de processos físicos, químicos e biológicos, no entanto, não foi verificado teores críticos para a produção.

Os valores de fósforo e ortofosfato apresentaram grandes variações. Apesar dessas oscilações, estavam dentro dos limites da resolução n. 357/05, do CONAMA. Essas alterações podem ser atribuídas à movimentação das águas e pela liberação do fósforo do sedimento. Além disso, segundo Bueno et al. (2008), o cultivo de peixes pode influenciar na bioacumulação de fósforo no sedimento.

Para as variáveis pH e clorofila não foram detectadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) ao longo do período de estudo. O pH da água para peixes deve estar dentro do limite de 6,0 a 9,0 (BOYD e TUCKER, 1998). Assim, as médias de pH ficaram dentro do estabelecido para a criação de peixes, não se verificando desequilíbrio para esse parâmetro. Quanto à clorofila, esta é expressa como a biomassa fitoplânctônica, é constante no local.

Em relação à variação espacial ou longitudinal da temperatura da água ao longo do período de estudo, não foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ). Isso pode ser explicado pela proximidade existente entre os pontos amostrados, e possivelmente não há variação da

temperatura do ar e, conseqüentemente, não ocorre variação na temperatura da água. Segundo Angelocci e Villa Nova (1995), o regime térmico de corpos d'água situados no continente depende fundamentalmente do regime de energia radiante disponível.

Bleich et al. (2009) discordando, avaliando a variação temporal e espacial das características limnológicas de um ecossistema lótico no Cerrado do Mato Grosso, verificaram que houve variação da temperatura da água entre as estações de amostragem, e possivelmente relacionada com a cobertura vegetal que permite maior ou menor exposição aos raios solares.

Em relação às diferentes camadas, observou-se que apenas o oxigênio dissolvido apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios de pH, oxigênio, fósforo e ortofosfato em diferentes estratos na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede.

Variáveis	Epilímnio	Metalímnio	Hipolímnio	C.V. (%)
pH	7,14	7,12	7,10	1,15ns
Oxigênio (mg/L)	6,42b	5,59ab	5,18a	7,40
Fósforo (mg/L)	0,029	0,035	0,038	46,68ns
Ortofosfato (mg/L)	0,017	0,022	0,032	33,32ns

Valores na mesma linha seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Em relação à dinâmica vertical, apenas o oxigênio dissolvido da água apresentou oscilações ( $p > 0,05$ ), indicando que ocorre uma boa circulação da água nesse braço do reservatório. O maior valor de oxigênio dissolvido, observado no epilímnio, provavelmente está associado à interação da água superficial na interface com a atmosfera.

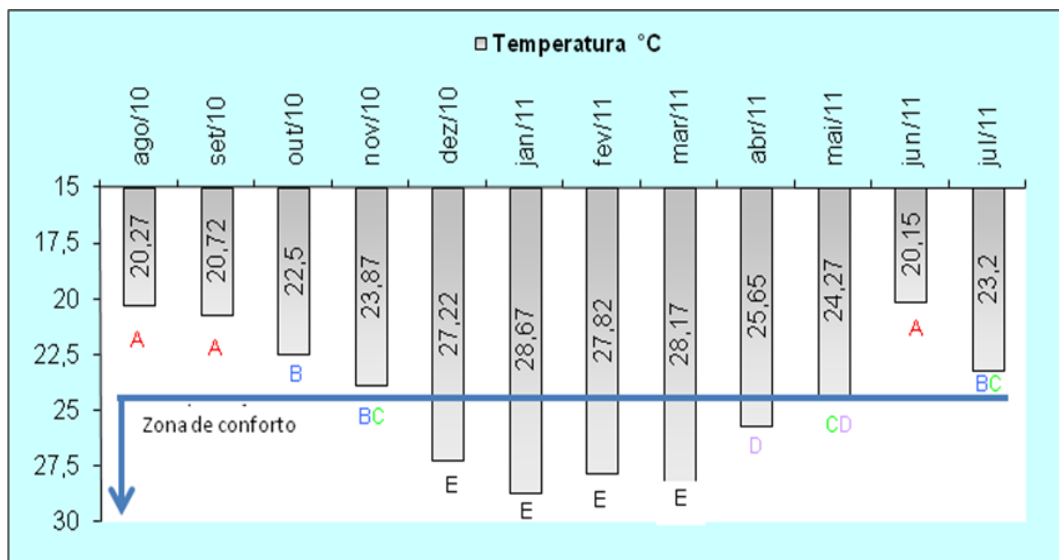
Em relação à temperatura da água nos pontos analisados, observou-se que não houve variação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os pontos, verificando-se uma homogeneidade da temperatura da água ao longo da área de estudo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios da temperatura da água nos diferentes pontos de coleta no ambiente da área de abrangência de criação de peixes em tanques-rede.

Pontos	Temperatura (°C)
P1	23,97
P2	23,98
P3	23,67
P4	23,65
P5	23,35
P6	23,97
CV (%)	12,95ns

**ns** – não significativo ( $P < 0,05$ ) pelo análise de variância (ANOVA); **P1** – localizado a montante do Rio Jacutinga; **P2** – local de coleta dentro do perímetro dos tanques-rede (propriedade de Adriano Rama); **P3** – local 100 metros acima dos tanques-rede; **P4** – local definitivo do CDT – Iguaçu; **P5** – local a uma distância de 500 metros abaixo dos tanques-rede; **P6** - confluência do Remanso e Jacutinga.

Na Figura 2 estão demonstradas as temperaturas ao longo de 12 meses, correspondentes ao período de monitoramento, verificando-se que houve variação significativa ( $P < 0,05$ ), entre os meses. Para os meses de ago./10, set./10 e jun./11 as temperaturas registradas foram mais baixas. Já nos meses de dez./10 a mar./11 as temperaturas registradas foram mais elevadas.



**Figura 2-** Variação da temperatura ao longo de 12 meses (valores na mesma barra seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey).

Em relação às diferentes profundidades ou estratos, verificou-se que a temperatura da água apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ), exceto para os meses de nov./10 e maio/11, indicando que houve uma ocorrência de estratificação térmica no local de estudo (Tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios da temperatura da água em diferentes estratos na área de abrangência da criação de peixes em tanques-rede.

Meses	Epilímnio	Metalímnio	Hipolímnio	C.V. (%)
Agosto/10	20,35 <sup>a</sup>	18,61 <sup>b</sup>	18,95 <sup>b</sup>	3,42
Setembro/10	20,58 <sup>a</sup>	18,33 <sup>ab</sup>	18,60 <sup>b</sup>	2,87
Outubro/10	22,33 <sup>a</sup>	18,61 <sup>b</sup>	19,66 <sup>b</sup>	3,13
Novembro/10	23,78 <sup>a</sup>	22,55 <sup>a</sup>	22,68 <sup>a</sup>	4,82
Dezembro/10	26,78 <sup>a</sup>	24,53 <sup>b</sup>	24,20 <sup>b</sup>	4,01
Janeiro/11	28,68 <sup>a</sup>	26,31 <sup>b</sup>	25,75 <sup>b</sup>	2,80
Fevereiro/11	27,68 <sup>a</sup>	26,65 <sup>ab</sup>	26,25 <sup>b</sup>	2,64
Março/11	28,13 <sup>a</sup>	24,91 <sup>b</sup>	25,25 <sup>b</sup>	1,64
Abril/11	25,51 <sup>a</sup>	24,53 <sup>b</sup>	24,58 <sup>b</sup>	1,45
Mai/11	24,26 <sup>a</sup>	24,10 <sup>a</sup>	24,05 <sup>a</sup>	1,24
Junho/11	20,68 <sup>a</sup>	19,70 <sup>a</sup>	19,36 <sup>b</sup>	4,51
Julho/11	23,23 <sup>a</sup>	20,35 <sup>b</sup>	20,02 <sup>b</sup>	3,45

Valores na mesma linha seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6, podem ser observados os valores calculados para a capacidade de suporte do local, empregando-se o método desenvolvido por Dillon e Rigler (1974). No entanto é importante destacar que na área já ocorre a criação e o valor obtido seria a capacidade de incremento da produção.

**Tabela 6.** Resultados do cálculo da capacidade de suporte da área aquícola do CDT-Iguaçu, localizado no município de Boa Vista da Aparecida-PR.

Coeficiente de sedimentação	0,30
Limite de fósforo	0,011 mg
Área estimada do braço do reservatório	5.025.747 m <sup>2</sup>
Profundidade média	12 m
Capacidade de suporte	13 266 kg/P/ano
Produção estimada	663,3 toneladas

Segundo Wetzel (1983), é conhecido que lagos e reservatórios apresentam um gradiente de temperatura da água de acordo com a profundidade, em geral associado às condições sazonais e climáticas, e o fato verificado é que a amplitude térmica da água diminuiu com o aumento da profundidade.

Corroborando esta observação, Diemer et. al. (2010), quando avaliaram a dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede no reservatório da Itaipu Binacional, no município de Santa Helena-PR, relataram o mesmo comportamento térmico entre as diferentes profundidades.

Finalmente, em reservatórios que são ambientes propícios para implantação de tanques-rede, é comum a ocorrência de estratificação térmica e química produzindo distribuição heterogênea dos compostos físicos e químicos ao longo da coluna d'água e, dessa forma, gases nocivos podem ser liberados dos sedimentos e com a circulação da água podem misturar-se por entre a massa de água, e há o risco de ocorrer mortandade de peixes (GUNKEL, 2003).

## **CONCLUSÃO**

Houve variações anuais (menos pH e clorofila) e não ocorreram alterações espaciais e verticais (exceto para o oxigênio dissolvido). De modo geral, o local apresenta características propícias para a criação de peixes, e não se verificaram indícios de deterioração da qualidade de água. Nos meses de dez./10 a mar./11 as temperaturas da água foram mais favoráveis para o cultivo de peixes e pode-se constatar que a capacidade de produção do local pode ser aumentada em 663,3 toneladas, sem exceder o limite de fósforo recomendado na resolução n. 357/05, do CONAMA.

## **REFERÊNCIAS**

ARANA, L. V. **Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios para a Formulação de Políticas de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira.** Florianópolis. Ed., da UFSC. 310 p. 1999.

BOYD, C. E. *Water Quality in Ponds for Aquaculture.* Auburn, Author`s edition, 1990. 482 p.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.

BUENO, G. W.; MARENGONI, N. G.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; BOSCOLO, W. R.; TEIXEIRA, R. A. 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**, v. 30, n. 3, p. 237-243, 2008.

CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. P.; GOMES, L. C.; VAL, A. L. **Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Goiânia. **Anais**. Jaboticabal: Aquabio, 2003. p. 83-93.

DILLON, P. J. e RIGLER, F. H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorous concentration in a lake water. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. 31, p. 1771-1778. 1974.

DIEMER, O.; NEU, D. H.; FEIDEN, A.; LORENZ, E. V.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W. R. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, 2010.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos da Ecologia**. 5 ed. [Nome da Cidade??](#): Thompson Pioneira, 2007. 612 p.

FERREIRA, R. A. R.; CAVENAGHI, A. L.; VALINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; BRAVIN, L. F. N.; TRINDADE, M. L. B.; PADILHA, F. S. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. **Planta Daninha**, Viçosa, 23(2), p. 203-214, 2005.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W. B.; Riley, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 11, p. 239-282, 1988.

LIU, Y.; YANG, P.; HU, C.; GUO, H. Water quality modeling for load reduction under uncertainty: A Bayesian approach. **Water Quality**, v. 42, p. 3305-3314, 2008.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. Piracicaba: ESALQ, 1999. p. 51.

MACKERETH, J. F. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n. 36, p. 121, 1978.

BEVERIDGE, M. C. **Piscicultura em jaulas y corrales**. Modelos para calcular La capacidad e carga y las repercusiones en el ambiente. FAO, Documento técnico de pesca 255, 1986.

PAÉZ-OSUNA, F., GUERRERO-GALVÁN, S. R., RUIZ-FERNÁNDEZ A. C. Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California. **Marine Pollution Bulletin**, Great Britain. v. 38, n. 7, p 36-42, 1999.

PEREIRA, S. R. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, Porto Alegre/RS, v. 1, n. 1, p. 41-53, 2004.

PIELOU, E. C. **Freshwater**. Chicago: The University of Chicago Press, 1988. 275 p.

SCHMITTOU, H. R. **High density fish culture in low volume cages**. Singapore: American Soybean Association, 1993. 78 p.

ECHANIZ, S; VIGNATTI, A. Determinación del Estado Trófico y de La Capacidad de Carga de Embalse Casa de Piedra. **BioScriba**, n. 2, p. 41-51, 2009.

TUNDISI, J. G. **Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios estudos de caso e perspectivas**. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima, 2005. p. 1-21.

WETZEL, R. G. e LIKENS G. E. **Limnological Analyses**. 20 ed. Springer-Verlag, 1991. 391 p.