

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

TACIANO CESAR FREIRE MARANHÃO

IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA DO BRAÇO DO
RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO, RESERVATÓRIO DE
ITAIPU, PARANÁ - BRASIL

TOLEDO
2010

TACIANO CESAR FREIRE MARANHÃO

IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA DO BRAÇO DO
RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO, RESERVATÓRIO DE
ITAIPU, PARANÁ - BRASIL

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

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien

TOLEDO
2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel

Maranhão, Taciano Cesar Freire

M298i Implantação do Parque Aquícola do braço São Francisco Verdadeiro, reservatório de Itaipu / Taciano Cesar Freire Maranhão. -- Toledo, PR : [s. n.], 2010.
47 f.

Orientador: Dr. Nyamien Yahuat Sebastien

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

1. Aqüicultura 2. Parque Aquícola do braço São Francisco Verdadeiro – Reservatório de Itaipu – Paraná (Estado) 3. Água doce – Leis e legislação – Brasil 4. Licenciamento ambiental – Reservatório de Itaipu – Paraná (Estado) 5. Piscicultura em tanques-rede – Capacidade-suporte - Reservatório de Itaipu – Paraná (Estado) 6. Qualidade da água 7. Direito das águas (Domínio público) I. Sebastien, Nyamien Yahuat, Or. II. T

CDD 20. ed. 639.8



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

CAMPUS DE TOLEDO - CNPJ 78.680.337/0005-06

Rua Dr. Faculdade, 645 - Jd. Santa Maria - Fone: (45) 3379-7000 / Fax (45) 3379 7032 - CEP 85903-000 - Toledo - PR

www.unioeste.br



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA – NÍVEL DE Mestrado

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Mestrando **TACIANO CESAR FREIRE MARANHÃO**. Aos vinte e dois dias do mês de novembro do ano de dois mil e dez, às dezesseis horas, sob a presidência do **Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien**, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa de Dissertação do Mestrando Taciano Cesar Freire Maranhão, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Nível de Mestrado - com área de concentração em **"RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA"**, visando a obtenção do título de **"MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA"**, constituída pelos membros: Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien (Orientador - Unioeste); Prof. Dr. Fábio Meurer (UHR/Campus de Palotina) e Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana (Unioeste).

Iniciados os trabalhos, o candidato submeteu-se à defesa de sua dissertação, intitulada: **"IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA DO BRAÇO DO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO – RESERVATÓRIO DE ITAIPU"**.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof. Dr. Fábio Meurer *Aprovado*
Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana..... *aprovado*
Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien (Orientador)..... *Aprovado*

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **"MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA"**, área de concentração: **"RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA"**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

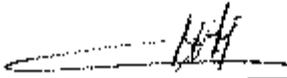
Toledo/PR, 22 de novembro de 2010.



Prof. Dr. Fábio Meurer



Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana



Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien (Orientador)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, a minha família: esposa, filhas, em especial à Kassia Schneider Maranhão pela motivação aos meus estudos e perseverança a vida profissional.

IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA DO BRAÇO DO RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO, RESERVATÓRIO DE ITAIPU, PARANÁ, BRASIL

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

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Aprovada em: 22 de novembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer as seguintes pessoas e instituições, as quais foram fundamentais na concretização deste trabalho.

Aos professores, que me auxiliaram e em especial aos meus atuais, principalmente meu orientador Dr. Nyamien Yahaut Sebastien, pelo incentivo, confiança e amizade.

Ao professor Dr. Gilmar Baumgartner por sabiamente ter tido paciência e apoiado permanentemente a conclusão do mestrado.

Ao Instituto Ambiental do Paraná, na pessoa do Renato Brunkow, a Itaipu Binacional nas pessoas de Carla Canzi e Simone F. Benassi, pela colaboração em ceder informações e dados da qualidade física, química e biológica da água ao desenvolvimento deste trabalho.

As amigas Engenheiras de Pesca, Lucileine de Assumpção e Dayane, pelo incentivo, amizade, apoio e ajuda concedida durante a realização deste trabalho.

Aos colegas de Mestrado em Desenvolvimento, turma I, pelos bons momentos e alegrias que tivemos no decorrer do curso.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), pelo comprometimento de seus professores e funcionários e especial a Luiz Antonio Hesper, que sempre estiveram dispostos a colaborar e contribuir para a conclusão deste trabalho, minha sincera gratidão.

IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA DO BRAÇO DO RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO, RESERVATÓRIO DE ITAIPU, PARANÁ - BRASIL

RESUMO

Neste trabalho procurou-se descrever normas regulamentadoras condicionadas a cessão de uso de águas da União, o histórico existente sobre a qualidade física, química e biológica da água, critérios de seleção de áreas e capacidade de suporte na demarcação do Parque Aquícola no braço São Francisco Verdadeiro no Reservatório de Itaipu que apresenta grande potencial para cultivo de peixes no sistema de produção em tanques-rede. O objetivo geral da presente pesquisa consiste em analisar resultados de coletas de água no período de pré-implantação, implantação e pós-implantação do Parque Aquícola, de fevereiro de 1998 a dezembro de 2010. Os dados físicos, químicos e biológicos nas três fases de implantação, foram coletados pelo IAP e cedidos pela Itaipu Binacional. A análise, interpretação dos dados e sua comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, indicaram que nas três fases as médias ficaram dentro dos limites. No entanto a análise de variância indicou que não houve diferença estatística entre os períodos a exceção da transparência, nitrogênio Kjeldalh e clorofila *a*. O cálculo da capacidade de suporte determinou uma estimativa de 20 ton/ano, ou seja, 0,017 mg/L P. Uma análise do decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003, trouxe combinações de procedimentos que autoriza o uso de espaço físico em corpos d'água de domínio da União, reforçada pela Instrução Normativa Interministerial nº 06 de 31 de maio de 2004, indicam a necessidade de uma discussão permanente quanto a redução dos conflitos entre as normas seja estadual ou federal no que tange a compatibilização dos dados qualitativos e quantitativos em relação a implantação de tanques-rede em reservatórios no estado do Paraná.

Palavras-chave: legislação ambiental, qualidade da água, tanques-rede, águas públicas.

IMPLEMENTATION OF THE AQUACULTURAL PARK OF THE ARM OF THE RIO SAN FRANCISCO TRUE, RESERVOIR OF ITAIPU, PARANÁ – BRAZIL

ABSTRACT

The study was analyzed the standard regulatory conditioned to transfer used of Union's water, the historic physical, chemical and biological data for water quality, criteria for aquaculture park selecting areas and its carrying capacity of the water of the São Francisco Verdadeiro in the Itaipu's Reservoir that has great potential of cultivation of fish in the network tank production system.

The principal objective is to analyse the results of water sample during the predeployment, deployment and post deployment of aquaculture parks, from February 1998 to December 2010. Physical, chemical data and biological agents in the three phases of implementation were collected and analyzed by IAP and offered by the Itaipu Binational. Data analysis, interpretation and its comparison with CONAMA no. 357/05 indicated that during the three phases the media were stayed within the limits.

However, the analysis of variance showed no statistical difference between the periods except for the transparency, Kjeldahl nitrogen and chlorophyll "a". The calculation of bearing capacity determined an estimate of 20 ton/year is 0,017 mg/L P. In regarding to the Decree no.4895, of November 25, 2003, about the use of physical space of the water body under federal and reinforced by the Normative Interministerial no. 06 of May 31, 2004, indicated the necessary of an ongoing discussion regarding the conflict reduction between either state or federal standards regarding the compatibility of qualitative and quantitative data regarding the deployment of tanks network in Parana State.

Keywords: Environmental legislation, water quality, tanks system, public water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da estação E ₈ no Braço do Rio São Francisco Verdadeiro, afluente da margem esquerda do Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) – Itaipu Binacional.....	25
Figura 2 – Localização da estação de amostragem no braço do rio São Francisco Verdadeiro, Reservatório de Itaipu indicando a área de estudo (E ₈).....	26
Figura 3 – Variação da transparência no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	30
Figura 4 – Variação da turbidez no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	30
Figura 5 – Variação da oxigênio dissolvido no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	31
Figura 6 – Variação de nitrogênio amoniacal no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	32
Figura 7 – Variação de nitrogênio Kjeldalh no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	33
Figura 8 – Variação de nitrato no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	33
Figura 9 – Variação de nitrato no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de	

significância e intervalo de confiança de 95%	34
Figura 10 – Variação de fosfato total no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	34
Figura 11 – Variação da DBO no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	35
Figura 12 – Variação da DQO no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	35
Figura 13 – Variação da clorofila <i>a</i> no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variáveis analisadas, respectivas unidades e método de análise.....	28
Quadro 2 – Memória de cálculos sobre a estimativa da capacidade suporte do braço do rio São Francisco Verdadeiro.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	24
2.1. Objetivo geral	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Estação de amostragem	25
3.2. Coleta de água	27
3.3. Metodologia analítica da qualidade da água	27
3.4. Determinação da capacidade de suporte	28
3.5. Análise estatística de dados da qualidade da água	29
4. RESULTADOS	30
4.1. Variáveis físicas, químicas e biológicas da qualidade de água	30
4.2. Capacidade de suporte	37
5. DISCUSSÕES	39
5.1. Análise da qualidade da água	39
5.2. Evolução das legislações e cessão de uso de espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura	40
5.3. Critérios de demarcação do parque e definição das áreas aquícolas do braço do rio São Francisco Verdadeiro	42
6. CONCLUSÃO	43
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

A atividade de aquicultura nacional, em sistemas de cultivo em tanques-rede nos reservatórios públicos brasileiros apresenta potencial para incrementar a produção pesqueira, apresenta elevado nível de sustentabilidade com alta produtividade se observada às limitações de poluições do meio ambiente aquático, sendo caracterizados como verdadeiras fazendas aquáticas, podendo tornar o Brasil auto-suficiente na produção de pescado. Com produtividade que pode atingir cerca de 300 kg/m³/ano (Schimittou, 1993). Entretanto, somente 1% dos corpos d'água provenientes de barramentos, lagos, lagoas, açudes, depósitos de águas pluviais e remansos de rios são liberados para produção de pescado (OSTRENSKY, et al.2000).

A piscicultura vem crescendo cerca de 8% ano, podendo atingir uma produção acima de 700.000 toneladas de peixes cultivados, nos próximos 08 anos. Vários espaços físicos da União estão disponíveis nestes ambientes represados limitados a outras atividades, com o cultivo de peixes podem gerar renda e atender a demanda de pequenos, médios, grandes produtores e empreendedores a nível nacional que se encontra localizados nas regiões litorâneas nos entorno dos reservatórios. Atualmente, existem 42 parques aquícolas, que somam uma lâmina d'água de 28.500 hectares. A estimativa é de que quando eles estiverem produzindo com sua capacidade outorgada irão ofertar ao mercado em torno de 269 mil toneladas de pescado por ano.

O Estado do Paraná por possuir elevada concentração de hidrelétricas de geração de energia, distribuídas em diferentes bacias hidrográficas, vantajosas que permitem alta produtividade energética e baixo tempo de retorno econômico pela capacidade de vazão disponível e dimensão de área alagada, favoreceu a implantação de dezenas de espaços físicos para implantação de áreas aquícolas. Nestas, o Governo Federal, pela outorga de uso de águas e por meio de licitação pública cessiona o direito de uso do espaço físico por 20 anos.

A adequada gestão dos recursos hídricos, com a finalidade de garantir os seus usos múltiplos é necessária, conforme apresenta a Lei Federal 9.433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, “Art. 1º - III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais e IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre propiciar o uso múltiplo das águas”. Os diplomas legais a legitimação e efetividade formal dos parques aquícolas principalmente para o Reservatório de Itaipu, deu-se em 17 de

setembro de 2004, mensurado conforme os regem os dispostos no art.13, § único do Decreto n° 4.895, de 26 de novembro de 2003, e na Instrução Normativa interministerial n° 06, de 31 de maio de 2004, que estabelecem os procedimentos legais para utilização de corpos hídricos da União.

Os reservatórios têm um papel fundamental do ponto de vista ecológico, social, econômico e ambiental. A contra ponto, vários impactos ambientais sendo uma das principais causas as alterações no equilíbrio aquático, favorecimento ao surgimento de centros urbanos o crescimento das cidades costeira, conseqüente aumento de populações turísticas que se desenvolvem ao longo da costa.

Estes impactos pela implantação de reservatórios para geração de energia, produto de desenvolvimento econômico e social levaram à deterioração da recursos naturais, principalmente, quando não ordenados. Estas problemáticas em seguida, tendo a sua origem na ação humana sobre a natureza combinada com a presença contínua de processos naturais, podem ser evitadas na existência de um efetivo plano de gestão nos corpos hídricos represados, principalmente quando seus usos múltiplos, não são observados.

Por outro lado, a luz das principais variáveis que explicam a mudanças na dinâmica do reservatório e conseqüentes impactos ambientais e conflitos encontradas as atividades relacionadas quando não planejados não é sustentável, com o desenvolvimento das cadeias de produção nas suas diversas modalidades, infraestrutura de lazer, portos, agricultura, aquicultura e pesca.

Considerando que o potencial de produção aquícola, no Reservatório de Itaipu Binacional é evidente, em 17 de setembro de 2004, foi concebida a implantação do primeiro parque aquícola brasileiro este empreendimentos, legitimado pelo art. 3º do capítulo II, da Instrução Normativa Interministerial n°. 06/04, que preconiza a delimitação dos Parques aquícolas e faixas ou áreas de preferencias. Deu-se através de convênios entre as partes Itaipu Binacional, Secretária Especial de Aquicultura e Pesca - SEAP, doravante transformado em Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, pela edição da Lei n. 11.958/09. (Maranhão, 2013).

A atividade aquícola, necessita ser regulamentada, a Portaria IAP n°. 112, de 13 de julho de 2005, estabeleceu procedimentos para licenciamento ambiental em Projetos de Aquicultura em tanques-rede e outras modalidades de cultivo que utilizem os espaços físicos de corpos de água de Domínio da União no Estado do Paraná e em seus limítrofes, para regulamentação, tendo como um dos pressupostos a determinação da

capacidade suporte.

A determinação da capacidade suporte dos reservatórios para produção pesqueira é um determinante para implantação dos Parques Aquícolas. É um subcomponente de análises realizada pela Agência Nacional de Águas (ANA) e do Ministério da Pesca e Aquicultura, optassem pelo emprego desta metodologia como ferramenta gerencial para a estimativa da capacidade produtiva de peixes do reservatório e emissão de outorga para implantação de projetos aquícolas, o que resultou na Implantação dos parques aquícolas no reservatório da Itaipu binacional.

Para este tipo de modalidade de cultivo em tanques rede, há carência de informações relativas às mitigações dos impactos, determinação do grau de impacto ambiental, devido à interferência do cultivo de peixes do sistema intensivo nos corpos hídricos represados, ainda não mensurados, principalmente quando a ocupação espacial é desordenada, os níveis de intervenção da introdução de espécies cultivadas à fauna selvagem, as alterações dos padrões da qualidade físicos químicos e biológicos da água, bem como, modificações no habitat.

Entre os empecilhos a regulamentação de projetos de tanques rede para a produção aquícola em reservatórios até o início dos anos 2005, tornara-se limitados. As complexidades de normas regulamentadoras e demais disposições legais federais e estaduais, em termos de uso, não tinha clareza, sua eficácia se confrontava com situações ambientais de alto impacto, não se fundando em um vínculo jurídico que assegurasse a garantia do investimento e repousavam na concessão de uso de águas da União com restrições.

A atividade de criação de peixes em sistema de tanques-rede apresenta elevado nível de sustentabilidade se observadas às limitações de contaminação do ambiente aquático, que pode ser realizado por meio de estudos de determinação da capacidade de suporte dos mesmos respeitados os limites físicos estabelecidos como áreas propícias, garantindo que não ocorram impactos cênicos e conflito de usos.

De acordo com o IBAMA (2005), monitoramento ambiental pode ser definido como um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações temporais). As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas, por exercerem influências sobre o meio ambiente. O monitoramento da qualidade da água é um subcomponente do Programa Nacional de

Meio Ambiente II - PNMA II e tem como principal objetivo fortalecer a função do monitoramento como instrumento orientador na tomada de decisão e na formulação de políticas, tendo em vista resultados efetivos de melhoria da qualidade ambiental.

O monitoramento demonstra o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e as influências exercidas pelas atividades humanas e por fatores naturais sobre o meio ambiente. Desta forma, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, bem como auxilia na definição das políticas ambientais.

Qualidade da água é o termo empregado para expressar a adequabilidade desta para os mais variados fins: abastecimento doméstico, uso industrial e agrícola, para recreação, dessedentação animal, aquíicultura, piscicultura, etc., (Studart, 2001).

Por volta dos anos 1980 (AYROZA et al., 2006), iniciou-se o cultivo de peixes em tanques-rede, uma das formas mais intensivas de criação de peixes. Nesse sistema, há a otimização do processo de produção, podendo-se conseguir uma elevada produtividade em um determinado espaço, bem como incrementar consideravelmente a produção aquícola, além de diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros naturais, o que requer, entretanto, monitoramento regular das condições ambientais.

Embora este sistema produtivo seja altamente vantajoso, ele pode acarretar no incremento de alguns elementos poluentes como o nitrogênio (N) e fósforo (P), que são os nutrientes mais limitantes à produtividade primária em ambientes aquáticos naturais (Odum, 1983). Para Beveridge (1984) e Kubitzka (1999), essa dinâmica das principais perdas de P-orgânico para o meio aquático está associada à criação intensiva de peixes em tanques-rede; neles a principal fonte de incorporação seria a partir do arraçamento, pois as rações comerciais balanceadas utilizadas apresentam, em média, teor de fósforo orgânico de 0,50 a 1,0%, equivalente a 5,0 a 10,0 kg de fósforo por tonelada de ração. (Bueno *et al.*, 2008).

Para tal, torna-se necessário o contínuo desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental, em conjunto com o setor produtivo e com órgãos ambientais, que resultem em códigos de conduta para as atividades aquícolas. A criação dos parques aquícolas destaca-se, entre eles, como um forte instrumento de gestão (STARLING *et al.*, 2002).

O conceito de capacidade suporte ecológica aplicada à aquíicultura prevê a definição da produção máxima permissível de organismos aquáticos na qual a emissão de resíduos não ultrapasse a capacidade assimilativa do ambiente (Kautsky et al., 1997).

A aplicabilidade do conceito de capacidade suporte aos diferentes níveis hierárquicos da Ecologia, desde população, comunidade, ecossistema e biosfera impôs o surgimento de uma definição bastante abrangente de capacidade suporte, como “*o limite de crescimento ou desenvolvimento de cada e de todos os níveis hierárquicos de integração biológica, começando com a população e moldada por processos e relações de interdependência entre recursos finitos e os consumidores destes recursos*” (Monte-Luna *et al.*, 2004).

Na demarcação dos parques aquícola, diferentes abordagens metodológicas têm sido desenvolvidas para estimar a capacidade de suporte de ecossistemas lênticos (lagos e reservatórios) para cultivo intensivo de organismos aquáticos, principalmente peixes e moluscos (Angelini, 2000; Berg *et al.*, 1996; Bunding, 2001; Duarte *et al.*, 2003; Folke *et al.*, 1998; Kubitza, 1999; Pulatsu, 2003; Smaal *et al.*, 1998; Troell & Berg, 1997).

O monitoramento da atividade em geral, demonstram o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e as influências exercidas pelas atividades humanas e por fatores naturais sobre o meio ambiente. Desta forma, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, bem como, auxiliou na definição das políticas ambientais compatíveis com aplicação de instrumentos legais e atos administrativos relacionados às questões ambientais que inclui: Leis, Decretos e Portarias e Resoluções para implantação de Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro.

Concebidos para atender à crescente demanda energética registrada no país durante as décadas, os reservatórios tem sido utilizados, ainda que de forma incipiente e não planejada, com a finalidade de controle de vazão, recreação (pesca esportiva, praias artificiais e esportes náuticos), navegação, abastecimento de água (urbano e rural), destinação de efluentes urbanos e pesca profissional (JUNIOR *et al.*, 2005).

O Estado em razão da responsabilidade objetiva com base ao princípio do art. 225, § 3º, 175, inciso I, da CF/98, combinada com o art. 1º da Lei Federal nº. 9.433/97, que instituiu a política nacional de recursos hídricos, não definia estratégias para gestão de aquíicultura pela ausência de informações ambientais e zoneamento ambiental do entorno dos reservatórios.

As possibilidades ao fomento da atividade voltada à produção piscícola encontrava-se adormecida quando antecedemos a lentidão das normas objetivas, as disposições legais existentes induziam a produção pesqueira, ocultava regras de aplicação direta, não legitimava pessoas físicas ou jurídicas ao exercício da atividade

aquícola. Arelada a insegurança e ausência de informações sobre o grau de interferência que o cultivo de peixes em sistemas intensivos poderia ocasionar ao meio ambiente, já que inúmeros fatores que determinam a qualidade da água poderiam ser afetados, receios da ocupação desordenada dos espaços físicos dos recursos hídricos, e seus níveis de intervenção aos impactos ambientais que por ventura a aquicultura pode trazer aos recursos hídricos represados.

O uso adequado dos recursos hídricos, com a finalidade de garantir os seus usos múltiplos é necessário, conforme apresenta a Lei Federal n°. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, “*Art. 1º - III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais e IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre propiciar o uso múltiplo das águas.* O poder público regula e outorga o direito de uso dos recursos hídricos, legitimando facultativamente as condições de usos as pessoas físicas e jurídicas quando o bem é patrimônio da união, que também deveria legitimar a todos o acesso a produção aquícola em sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede.

As principais bacias do Estado do Paraná em virtude da elevada concentração de represas distribuídas ao longo de diferentes corpos hídricos, com 72% de seu potencial hídrico aproveitado, pela alta produtividade energética, ocasionou a formação de grandes lagos (ANEEL, 2009). O Reservatório de Itaipu no contexto da produção pesqueira paranaense pelas condições estratégicas possui imenso potencial para o desenvolvimento da aquicultura por meio dos 1.350 km² de área alagada em sua cota média de operação normal (cota 220), representando aproximadamente a 34,30% dos reservatórios em operação no Estado do Paraná, utilizados para geração de energia.

Em, 25 de novembro de 2003, a publicação do Decreto n° 4.895, que dispõe sobre autorização de espaços físicos de Domínio da União para fins de aquicultura, posteriormente regulamentado a Instrução Normativa Interministerial n° 06 de 31 de maio de 2004, que estabelece os procedimentos de Cessão de Uso dos espaços físicos da União, revogou o Decreto n° 2.869/98, que tratava da cessão de uso das águas da União, que não definia regras claras de qual pasta ministerial ou entidade quem pudesse usar águas de corpos hídricos da União com direito exclusivo cessionado pelo Ministério da Pesca e aquicultura.

A repercussão de tal tendência à implantação de unidades de cultivo pioneiramente a Itaipu Binacional, inspirado que a cessão de uso dos corpos físicos da União na ótica que deveria ser exercida de acordo com a sua função social. De fato que,

medida de precaução fosse tomada para que a grande reforma dos corpos hídricos represados em síntese uma só evitar latifúndios aquáticos e minifúndios improdutivos, proporcionando a expansão e a difusão de espaços aquícolas como atividade de renda com a distribuição de áreas de preferências aos pescadores artesanais, moradores tradicionais da região, especificamente os residentes próximos ao entorno no reservatório de Itaipu Binacional.

Parte das dificuldades supridas, qualificadas na Instrução Normativa Interministerial nº 01/07, que estabeleceu os procedimentos operacionais entre a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR e a Secretária de Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – SPU/MP. Esta instrução Normativa promoveu a efetivação, autorização e trouxe nova concepção inserida no contexto social, produtivo e ambiental, possibilitando a exploração e cultivo de peixes em sistemas de tanque-rede para a população do entorno do Reservatório de Itaipu, em regime de licitação onerosa e não onerosa.

Foi estabelecida em 17 de setembro de 2004 a implantação do primeiro parque aquícola brasileiro legitimado pelo artigo 3º do capítulo II, da Instrução Normativa Interministerial nº 06/04, que preconiza a delimitação dos parques aquícolas e faixas ou áreas de preferências. Deu-se através de convênio entre as partes Itaipu Binacional, Secretária Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP, doravante transformado em Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, pela Lei nº 11958/09. A manutenção da sustentabilidade do ambiente aquático e terrestre norteou todos os critérios adotados pela Itaipu Binacional, estratégias foram tomadas, com base ao conceito de estado trófico multidimensional, envolvendo aspectos de carga e transporte de nutrientes.

Diferentes abordagens metodológicas têm sido desenvolvidas para estimar a capacidade de suporte de ecossistemas lênticos (lagos e reservatórios) para cultivo intensivo de organismos aquáticos, principalmente peixes e moluscos (DUARTE *et al.*, 2003; PULATSU, 2003; BUNDING, 2001; ANGELINI, 2000; KUBTIZA, 1999; FOLKE *et al.*, 1998; SMAAL *et al.*, 1998; TROELL & BERG, 1997; BERG *et al.*, 1996).

A despeito de se constituir em uma estimativa não muito precisa em função da simplificação dos processos incorporados na sua base conceitual, o modelo de DILLON & RIGLER (1974), baseado no modelo clássico de eutrofização de VOLLENWEIDER (1968) e adaptado como ferramenta gerencial de manejo aquícola por BEVERIDGE (1984), representa hoje a ferramenta mais utilizada nas estimativas de capacidade

suporte para projetos aquícolas em reservatório brasileiros. Pela pequena exigência de dados de entrada e a simplicidade de cálculos e subsequente a facilidade de aplicação em uma variedade de situações onde a base de dados é reduzida, fez com que a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP-PR) optassem pelo emprego desta metodologia como ferramenta gerencial para a estimativa da capacidade produtiva de reservatórios e emissão de outorga para implantação de projetos aquícolas em várias regiões do Brasil.

A aplicabilidade do conceito de capacidade suporte aos diferentes níveis hierárquicos da Ecologia, desde população, comunidade, ecossistema e biosfera impôs o surgimento de uma definição bastante abrangente de capacidade suporte, como “*o limite de crescimento ou desenvolvimento de cada e de todos os níveis hierárquicos de integração biológica, começando com a população e moldada por processos e relações de interdependência entre recursos finitos e os consumidores destes recursos*” (MONTE-LUNA *et al.*, 2004).

O conceito de capacidade suporte ecológica aplicado a aquicultura prevê a definição da produção máxima permissível de organismos aquáticos na qual a emissão de resíduos não ultrapasse a capacidade assimilativa do ambiente (KAUTSKY *et al.*, 1997).

Segundo CAVERO (2002), os sistemas de produção normalmente utilizados pela aquicultura estruturados no uso dos recursos hídricos naturais, como, por exemplo, a produção de peixes em tanques-rede em grandes reservatórios, deve ser manejado de acordo com as tendências mundiais que visam sistemas de produção mais competitivos nas dimensões ecológicas e sócio-econômicas. Portanto, deve-se observar que os sistemas de produção aquícolas baseados em tanques-rede são parte integral do ambiente e, conseqüentemente, deverá ser dada a devida atenção ao desenvolvimento de métodos que tenham como objetivo reduzir o impacto ambiental desses sistemas de produção.

Logo, é extremamente importante que as questões ambientais lidem com esses aspectos, pois, em muitos casos, as mudanças ecológicas se tornaram um fator de risco para a própria indústria aquícola. A preocupação ecológica passou a ser uma variável importante a ser considerada pelas administrações públicas. As pressões das organizações internacionais, do governo e da sociedade em relação à demanda por uma maior qualidade ambiental, têm levado o poder público municipal a buscar respostas para estas exigências.

Durante muito tempo a responsabilidade pelas políticas do meio ambiente estava centralizada nas mãos dos órgãos estaduais e federais. A partir da resolução n.º 237/97 do CONAMA, a avaliação dos impactos ambientais locais, causados pelos empreendimentos, passaram a ser competência também do município (SOUZA, 2006).

No entanto, a principal responsabilidade do Governo Municipal é coordenar as ações e desenvolver, em conjunto com a sua comunidade, um pensamento ambiental coerente, visando a implantação de normas que permitam controlar a deterioração ambiental e buscar a necessária reabilitação das áreas mais afetadas. Para isso, deve assumir integralmente a sua missão de guiar o desenvolvimento sustentável de sua comunidade, com base em critérios de equidade social, desenvolvimento econômico e proteção ambiental (SOUZA, 2006).

O citado Decreto n.º 99.274/90, concretizando as normas abstratas da política ambiental, a partir de seu Artigo 17, dispõe sobre o licenciamento exigível para construção, instalação, ampliação e funcionamento de atividades poluidoras, ou capazes de causar degradação ambiental, especificando, no Artigo 19, § 5º, que o licenciamento é atribuição do IBAMA, desde que ouvidos outros órgãos ambientais estaduais e municipais envolvidos para as outras licenças cabíveis, conforme as legislações estadual e Municipal.

A Instrução Normativa Interministerial n.º 06 de 31 de maio de 2004, preconizou um fluxograma sobre os procedimentos legais para cessão de uso de águas da União, dentre os principais a questão sobre a competência para emissão de licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras em rios de divisas entre dois ou mais estados, emitida sob competência a nível Estadual, sendo esclarecida e enfrentada pela Consultoria Jurídica do Ministério do Meio Ambiente, foi positivada através do Parecer n.º 1.853/CONJUR/MMA. *“não há contradição entre o regime constitucional dos bens da União e o fato de ser o licenciamento ambiental realizado pelos órgãos estaduais ou municipais integrantes do SISNAMA, dada a preponderância do interesse público sobre o domínio do bem. Não há direito de propriedade da União sobre os bens de seu domínio tal qual a do particular, posto que são bens de uso comum do povo, e portanto, patrimônio de toda a Nação. O critério utilizado pela lei para efeito de fixação das competências não decorre do regime constitucional dos bens da União, pois a licença é um instrumento administrativo de gestão ambiental. A competência administrativa em matéria ambiental é repartida politicamente para os três níveis de governo por força do texto constitucional. O critério adotado pelo legislador na lei 6938/81, para efeito de divisão das competências é o do dano e*

não do bem ou localização da atividade ou empreendimento. O conceito de domínio, administração e utilização dos bens públicos não se vincula com o instituto do licenciamento ambiental, eis que são institutos distintos e por conseguinte tratados em legislação própria. Por fim, o licenciamento ambiental de uma atividade não implica no uso ou alteração de regime do bem público.” (SILVA, 1998).

As etapas de licenciamento ambiental, para qualquer atividade a serem concedidas estão previstas nos Incisos I, II e III do Artigo 19, da Resolução CONAMA nº 237/97, descreve as etapas: licença prévia, fase preliminar de planejamento do empreendimento, observado os planos federal, estadual e municipal de uso do entorno do reservatório; licença de instalação, que autoriza o início da implantação, se estiver de acordo com o projeto executivo aprovado; licença de operação, após as verificações necessárias, autoriza o início da atividade licenciada.

O licenciamento ambiental se situa numa posição intermediária entre o interesse público e o interesse privado, devendo atender a realidade sem deixa de citar a importância do zoneamento ambiental que é um instrumento jurídico de ordenação do uso e ocupação do solo o qual dá mais ênfase a proteção de áreas de significativo interesse ambiental, sempre em prol do bem estar e da realização da qualidade de vida da população, na tutela e defesa do bem estar coletivo.

Legalmente, considerando a necessidade indispensável de regulamentação e licenciamento ambiental da atividade de produção de pescado em tanques-rede, como todo instrumento de política pública, utilizou-se ao estabelecido no Art. 1º da Resolução CONAMA nº 237/97 e a nível estadual, complementada pela Portaria do IAP nº 112/2005, que estabelece procedimentos para licenciamento ambiental em projetos de aquicultura em tanques-rede e outras modalidades de cultivo que utilizem os espaços físicos de corpos de água de domínio da União no Estado do Paraná nos seus limítrofes.

Por fim, o órgão ambiental licenciador determinou o grau de exigibilidade ao licenciamento ambiental de empreendimentos de aquicultura conforme o porte e potencial de impacto ambiental do empreendimento, obedecendo ao disposto na Resolução CONAMA nº 413/09.

Dessa forma foi necessária a edição de normas regulamentadoras para solução dos problemas, das lacunas nas normas e a compatibilização de dados qualitativos e quantitativos existentes, que tornava complexa e inibidora a situação da aquicultura brasileira na modalidade de cultivo de peixes em tanques-rede em corpos d'água da União.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Objetivou-se com este trabalho, analisar resultados da qualidade de água e fornecer informações para um banco de dados sobre a implantação de parque aquícola para gestão ambiental de cultivo de peixes em tanques-rede no braço do Rio São Francisco Verdadeiro, margem esquerda do Reservatório de Itaipu.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar análise crítica dos estudos desenvolvidos acompanhando as principais alterações e tendências da qualidade das águas deste ecossistema;
- Avaliar os impactos das medidas mitigatórias e compensatórias e evolução da qualidade de água do braço do Rio São Francisco Verdadeiro;
- Determinar a capacidade de suporte da área
- Comparar os dados obtidos com àqueles das legislações ambientais vigentes, relacionados à Resolução CONAMA n°. 357/05.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Estação de amostragem

A área de estudo projetado no Reservatório de Itaipu, braço São Francisco Verdadeiro, entre os Municípios de divisas Pato Bragado e Entre Rios do Oeste, Estado do Paraná, georeferenciamento entre as latitudes em UTM 22 778992 (E) e 7667587 (N).

O Braço do Rio São Francisco Verdadeiro, afluente da margem esquerda do Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) – Itaipu Binacional, circunscrita na estação E₈ (Figura 1), parte integrante de uma série de estações utilizadas no monitoramento integral do Reservatório de Itaipu.

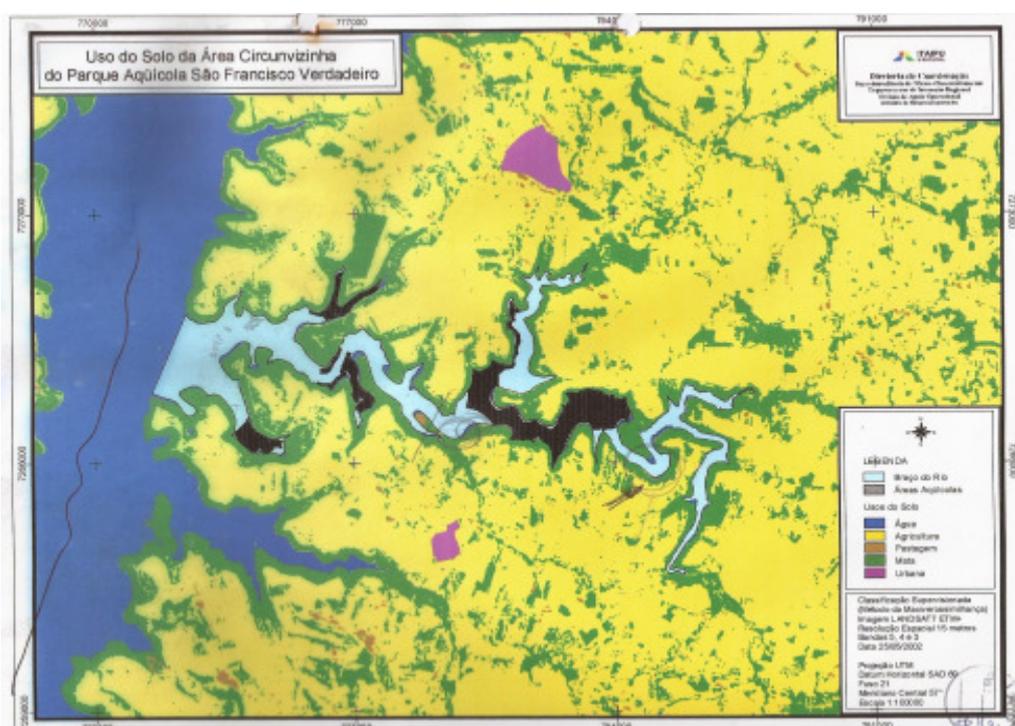


Figura 1 – Localização da estação E₈ no Braço do Rio São Francisco Verdadeiro, afluente da margem esquerda do Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) – Itaipu Binacional.

A bacia de drenagem do rio São Francisco é aproximadamente 227.700 hectares, recebe águas de diversos corpos hídricos formadas por diversas microbacias: Arroio Fundo, Sanga Gaúcha, Facão Torto, Água do Leão, São Pedro, Córrego Descoberto, Rio Guavirá, Córrego Água Branca, Sanga Mandarin, Sanga Santa Rosa, Córrego Panambi, Rio Toledo, Sanga Funda, Córrego alegre, Córrego Lajeado, Córrego Poço Grande, Córrego da Várzea, Sanga Mandaguari e Sanga Lopeí (Figura 2).

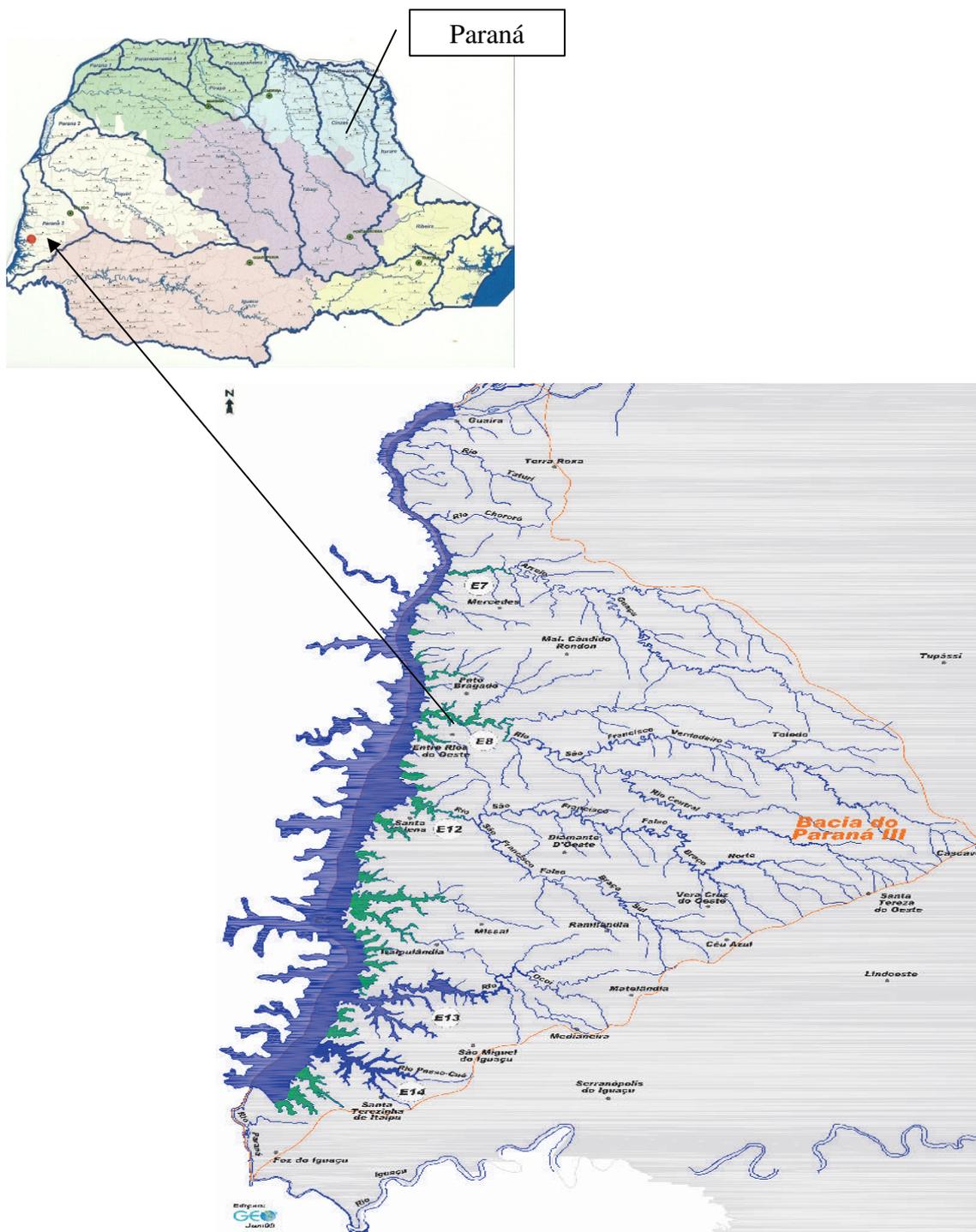


Figura 2 – Localização da estação de amostragem no braço do rio São Francisco Verdadeiro, Reservatório de Itaipu indicando a área de estudo (E₈).

A bacia hídrica do rio São Francisco Verdadeiro, é influenciada diretamente pela poluição difusa decorrente das diversas atividades agrícolas e urbanas que contribuindo para a alteração de variáveis físicas, químicas e biológicas da qualidade da água, como os compostos fosforados e nitrogenados (IAP, 2009).

A seleção da área para implantação do parque aquícola foi a localização estratégica da estação (E₈), sendo esta selecionada por aspectos como a série histórica existente das características limnológicas, dados hidráulicos, situação do entorno com áreas de acesso e usos múltiplos compatíveis com a atividade pesqueira.

3.2. Coleta de água

Foram realizadas amostragens de coletas de água na estação (E₈), aproximadamente a 1,0 m da superfície da água localizada na região central do braço do São Francisco Verdadeiro, influenciada pelas áreas aquícolas. Todos os procedimentos para coletas, transporte e armazenamento, análises e estudos de monitoramento da qualidade de água foram realizados nos laboratórios do IAP, segundo às metodologias de Standard Methods 21^a Edição (APHA, 2005).

A profundidade dos pontos de coleta utilizada neste estudo foi a profundidade I, camada da zona eufótica com com 40% de luz incidente, onde é esperada uma produção primária de fitoplâncton representativa da camada trofocênica (SCHÄFER, 1985).

A frequência das coletas foi estabelecida levando-se em consideração as principais variações climáticas que podem caracterizar os períodos de melhor ou pior qualidade da água, isto é, preferencialmente nos períodos em que ocorrem os processos de estratificação térmica e/ou coluna de água, sendo essa determinada pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP, como semestral, no intuito de contemplar todas as estações do ano, no período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009.

3.3. Metodologia analítica da qualidade da água

Cada uma das variáveis selecionadas foram analisadas e comparadas de acordo com a Resolução CONAMA n° 20/86, em vigência na época de pré-implantação, para os corpos d'água das classes 1 e 2, utilizadas para proteção das comunidades aquáticas, revogada pela Resolução CONAMA n° 357/05, para corpos d'água de classe 2, destinadas a aquicultura e a atividade de pesca em conformidade a ambientes lênticos (Quadro 1).

Quadro 1 – Variáveis analisadas, respectivas unidades e método de análise.

Parâmetro	Unidade	Método	Aparelho	Referência
Transparência	m	Visual	Disco de Secchi	Wetzel (2001)
Turbidez	NTU	Nefelométrico	Turbidímetro	APHA (2005)
Oxigênio dissolvido	mg/L	Eletrométrico	Oxímetro	APHA (2005)
Amônia (N-NH ₃)	mg/L	Fenato	Espectro-fotômetro	APHA (2005)
N-total	mg/L	Fenato	Titulométrico	APHA (2005)
Nitrato	mg/L	Redução com Cádmio	Espectro-fotômetro	APHA (2005)
Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	N-Naftil	Espectro-fotômetro	APHA (2005)
P-total dissolvido	mg/L	Colorimétrico (extração por Acetona 90,0%)	Espectro-fotômetro	APHA (2005)
DBO	mg/L		Incubadora DBO	APHA (2005)
DQO	mg/L	ColorimétricoRefluxo fechado	Digestor de DQO	APHA (2005)
Clorofila - <i>a</i>	mg/L	Colorimétrico (extração por Acetona 90,0%)	Espectro-fotômetro	APHA (2005)

3.4. Determinação da capacidade de suporte

A estimativa da capacidade suporte foi realizada a partir do modelo de predição de DILLON & RIGLER (1974), que se baseia no fósforo incorporado ao ambiente através do cultivo em tanques-rede, levando em consideração o tempo de residência da água, a profundidade média, coeficiente de sedimentação do fósforo e a variação do incremento da concentração do fósforo na água, resultando na conversão que o ambiente aquático pode receber, relacionada a conversão alimentar e densidade de estocagem dos peixes, sendo descrito pela aplicação das seguintes equações:

$$\Delta P = \frac{L \times (1 - R)}{Z \times \rho}$$

$$\Delta P = P_F - P_I$$

$$R = \frac{1}{1 + 0,614\rho^{0,491}}$$

Onde:

ΔP = variação aceitável nas concentrações de fósforo total em um ambiente utilizado para cultivo em tanques-rede (mg/m³);

P_I = Concentração de P total no ambiente antes de instalar os tanques-rede

(g/m³);

P_F = Concentração aceitável de P total no ambiente usado para instalar os tanques-rede (g/m³);

L = aporte permissível/aceitável de fósforo oriundo do cultivo nos tanques-rede (g/m²/ano);

R = coeficiente de sedimentação;

Z = profundidade média do ambiente (m);

ρ = taxa de renovação da água do ambiente em número de vezes/ano.

3.5. Análise estatística de dados da qualidade da água

Os dados obtidos através das amostragens foram agrupados por período, sendo considerados os períodos de pré-implantação (fevereiro de 1998 a agosto de 2003), implantação (fevereiro de 2004 a setembro de 2006) e pós-implantação (agosto de 2007 a dezembro de 2009) e submetidos à análise de variância (ANOVA) não-paramétrica com dados rankeados com o auxílio do *Software* STATISTICA 7.0, com níveis de significância de 5% e 95% de intervalo de confiança. Os parâmetros onde se verificou diferença significativa entre os períodos ($p < 0,05$) aplicou-se o teste de Tukey.

4. RESULTADOS

4.1. Variáveis físicas, químicas e biológicas da qualidade de água

4.1.1. Transparência

O braço do rio São Francisco Verdadeiro, na estação E₈, os valores da transparência oscilaram entre 0,4 a 2,2 m no período estudado. Em relação à média e mediana entre os períodos, os maiores valores foram observados no período de pós-implantação sendo estes de 1,7m e 1,8 m respectivamente, em contrapartida os menores valores foram observados no período de pré-implantação, onde observou-se valores de 0,92 m para a média e 0,95 m para a mediana.

Observando-se a variação da transparência durante o período de amostragem nota-se o aumento da transparência no decorrer do tempo (Figura 3A), fato que pode ser comprovado através da análise de variância entre os períodos, que revelou uma diferença significativa nos valores de transparência ($p = 0,0005$) (Figura 3B).

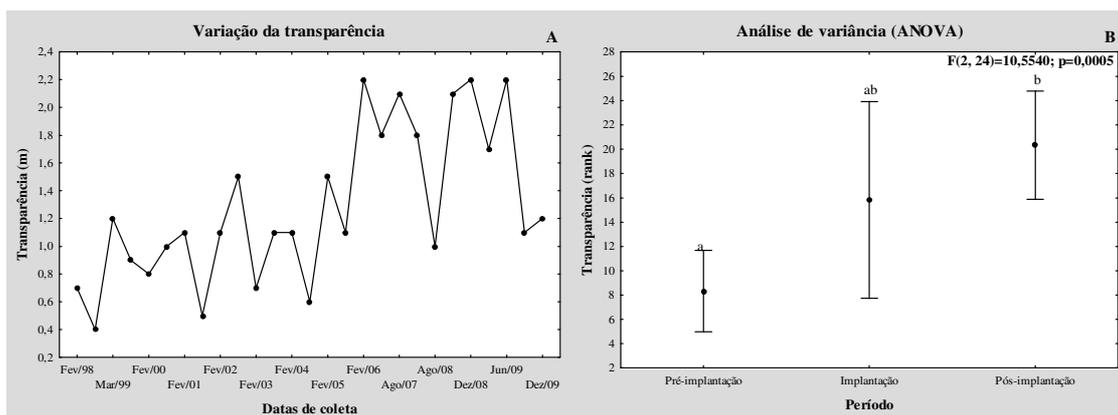


Figura 3 – Variação da transparência no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.2. Turbidez

No braço do rio São Francisco Verdadeiro na estação (E₈), os valores da turbidez, oscilaram entre 3,4 a 56 NTU, no período estudado. Entre os períodos de amostragem os maiores valores de média e mediana foram observados no período de pré-implantação (18,33 NTU e 12,50 NTU respectivamente) e menores no período de pós-implantação valor em (8,40 NTU para média e 8,90 NTU para a mediana), no período de pós-implantação.

Durante o período de amostragem é observada uma pequena variação nos valores de turbidez (Figura 4A), com picos nos meses de agosto de 1998 e agosto de 2001,

porém estatisticamente não foi observada diferença entre os períodos (Figura 4B).

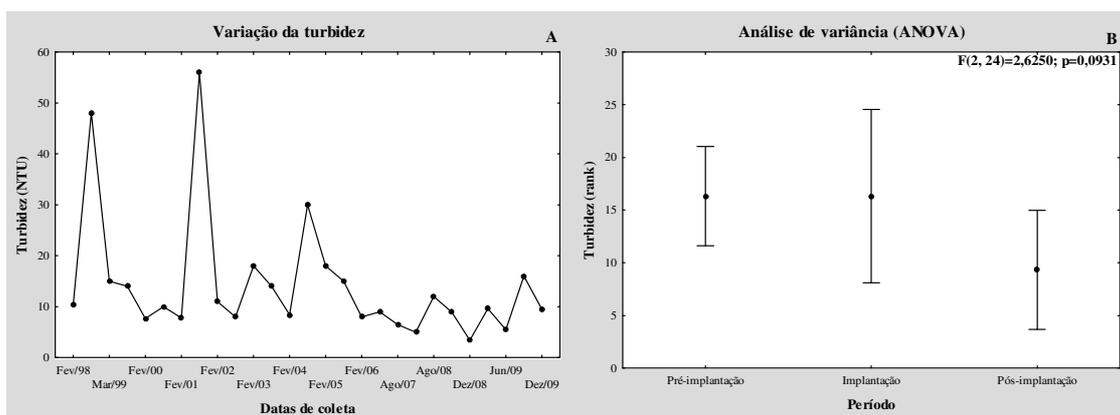


Figura 4 – Variação da turbidez no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.3. Oxigênio dissolvido

No período de amostragem as concentrações de oxigênio dissolvido oscilaram entre 6,9 e 13,0 mg/L. Entre os períodos de amostragens os maiores valores da média e mediana foram registrados na etapa de pré-implantação (9,0 mg/L para média e 8,5 mg/L para mediana). Em contrapartida, os menores valores foram registrados no período de pós-implantação com 8,1 mg/L tanto para média quanto para mediana.

Observa-se que durante o período há variação dos níveis de oxigênio dissolvido entre os meses (Figura 5A), porém entre os períodos esta variação não é pronunciado, fato este confirmado pela análise de variância, a qual não apresentou diferença significativa para os valores de oxigênio dissolvido entre os períodos ($p = 0,5921$) (Figura 5B).

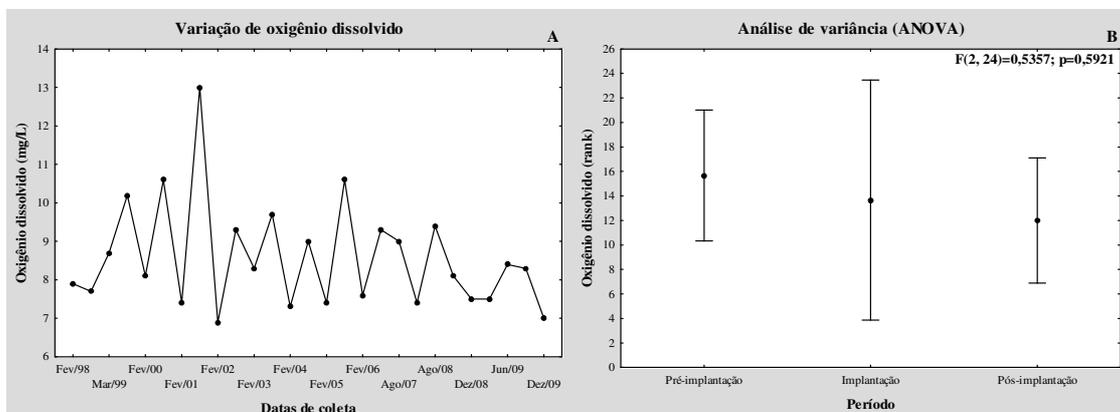


Figura 5 – Variação da oxigênio dissolvido no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

95%.

4.1.1. Nitrogênio amoniacal

Na estação E₈, as concentrações de Nitrogênio Amoniacal, oscilaram entre 0,0099 e 0,0700 mg/L. Entre os períodos de amostragens o maior valor médio foi registrado na etapa de pré-implantação (0,0315 mg/L), assim como a maior mediana entre os períodos (0,0250 mg/L). Já os menores valores foram observados no período de pós-implantação com média de 0,0190 mg/L e mediana de 0,0206 mg/L.

Observa-se uma variação dos níveis de nitrogênio amoniacal entre os meses iniciais, sendo que esta variação é diminuída no período de pós-implantação (Figura 6A), sendo que estatisticamente não foi verificada diferença significativa ($p = 0,3842$) entre os níveis de nitrogênio amoniacal entre os períodos (Figura 6B).

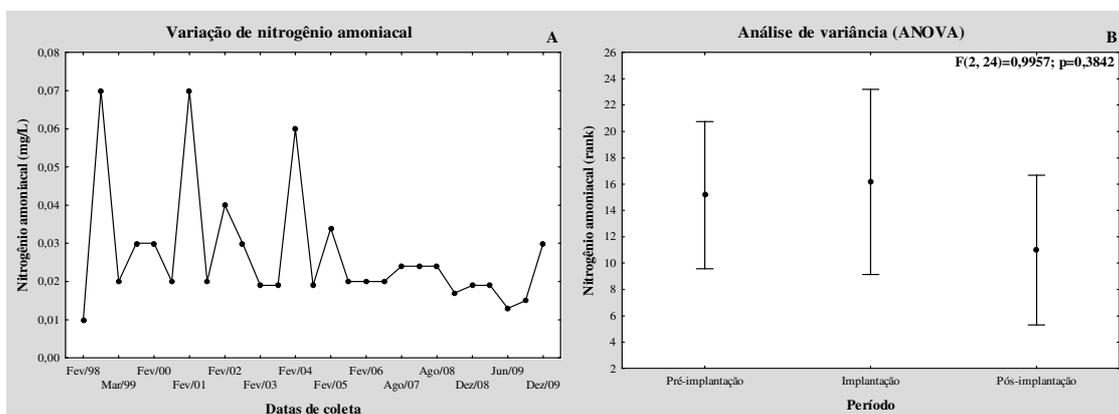


Figura 6 – Variação de nitrogênio amoniacal no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.5. Nitrogênio Kjeldahl

Na estação E₈, as concentrações de nitrogênio Kjeldahl, oscilaram entre 0,10 e 0,77 mg/L durante todo o período de amostragem. Já quando comparados os períodos de amostragem os maiores valores de média e mediana foram observados no período de pré-implantação, sendo a média de 0,47 mg/L e mediana de 0,50 mg/L. Os menores valores foram registrados no período de pós-implantação, onde foi registrada uma média de 0,24 mg/L e mediana de 0,20 mg/L.

É observada durante o decorrer do período de coleta variações nos níveis de nitrogênio Kjeldahl, onde nota-se uma diminuição nas concentrações entre os períodos (Figura 7A). Esta variação é estatisticamente significativa ($p = 0,0380$), o que comprova que para este parâmetro houve diminuição significativa dos níveis entre os períodos de

amostragem (Figura 7B).

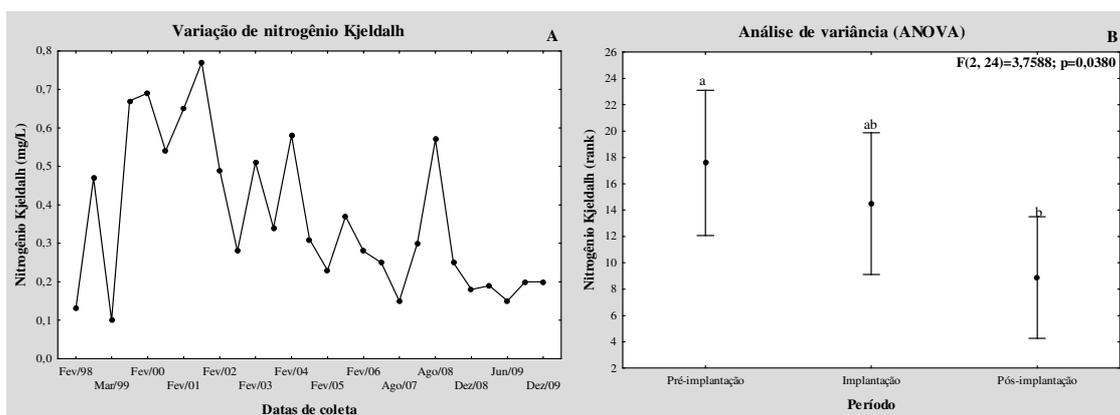


Figura 7 – Variação de nitrogênio Kjeldalh no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.6. Nitrato

Durante o período de amostragem os valores do nitrato oscilaram entre 0,13 e 1,12 mg/L. Entre os períodos de amostragem os maiores valores de média e mediana registrados foram de 0,42 e 0,40 mg/L respectivamente. Já o menor valor de média ocorreu no período pós-implantação (0,24 mg/L) e mediana no período de implantação (0,18 mg/L).

É observada variações nos níveis de nitrato durante todo o período de amostragem, principalmente nos períodos de pré-implantação e implantação (Figura 8A), porém no que se refere à variação entre os períodos não foram observadas diferenças significativas ($p = 0,1024$) (Figura 8B).

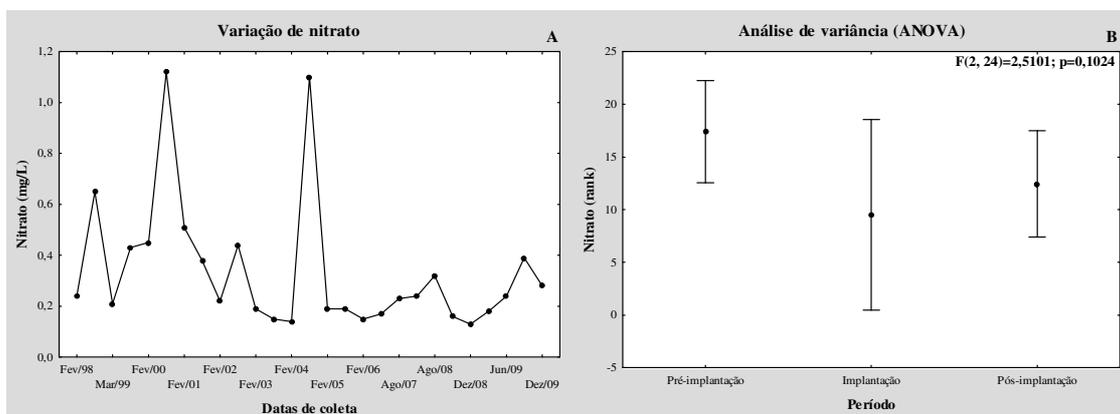


Figura 8 – Variação de nitrato no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.7. Nitrito

As concentrações do nitrito oscilaram entre 0,002 e 0,027 mg/L durante todo o período de amostragem. Entre os períodos de amostragem a média observada foi maior no período de implantação (0,0087 mg/L) e menor no período pré-implantação (0,0068 mg/L), já a mediana se manteve constante nos períodos de pré-implantação e implantação (0,0060 mg/L) diminuindo no período pós-implantação (0,0050 mg/L).

Houve variação nos níveis de nitrito entre as datas de coleta (Figura 9A), porém não é observada variância significativa entre os períodos ($p = 0,9370$) (Figura 9B).

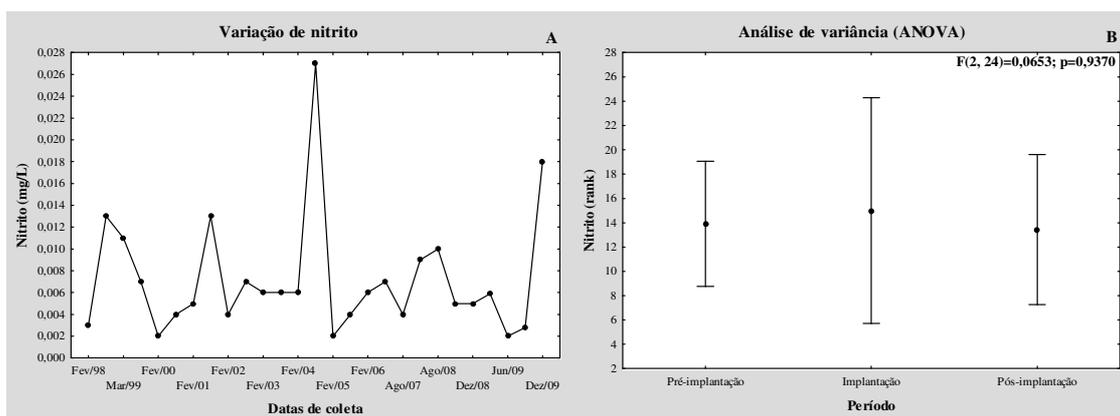


Figura 9 – Variação de nitrito no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.8. Fosfato total

As concentrações do fosfato total oscilaram entre 0,0046 e 0,1290 mg/L durante todo o período de amostragem. Os maiores valores de média e mediana foram registrados no período pré-implantação com níveis de 0,0349 e 0,0255 mg/L respectivamente. Já os menores valores foram registrados no período de implantação com média de 0,0173 mg/L e mediana 0,0160 mg/L.

Houve variação nos níveis de fosfato total entre as datas de coleta, com um pico no mês de agosto de 2001 (Figura 10A), porém quando avaliada a diferença entre os períodos, não é observada uma diferença significativa entre os níveis de fosfato total ($p = 0,0845$) (Figura 10B).

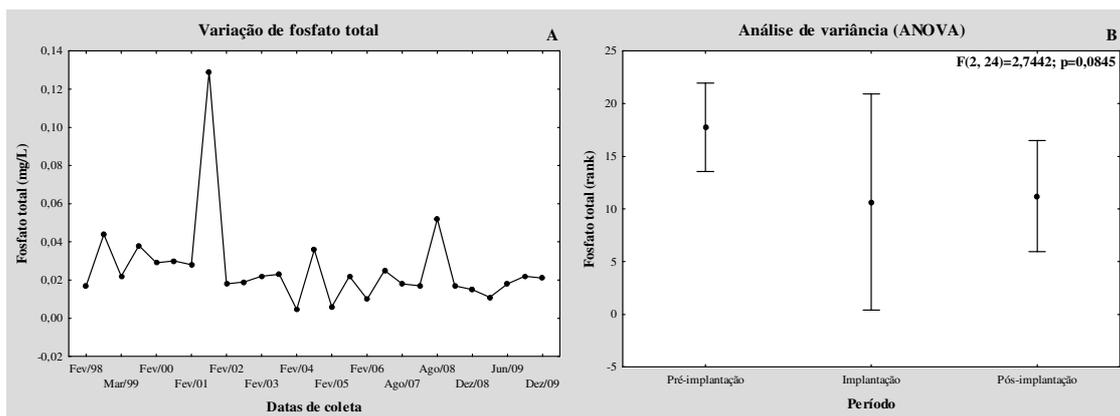


Figura 10 – Variação de fosfato total no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A DBO oscilou entre 1,0 e 12,0 mg/L durante todo o período de amostragem. Em relação aos períodos o que se observou foi uma maior média (3,0 mg/L) no período pré-implantação, assim como a mediana deste período (2,2 mg/L) que também foi maior em relação aos outros. Ao passo, que o período de pós-implantação apresentou os menores valores de média e mediana sendo 2,2 e 2,0 mg/L respectivamente.

O que se observa em relação aos meses de coleta é pequena variação, com exceção do mês de agosto de 2001 com pico de DBO (Figura 11A), porém entre os períodos não foi verificada uma variância significativa da DBO ($p = 0,3102$) (Figura 11B).

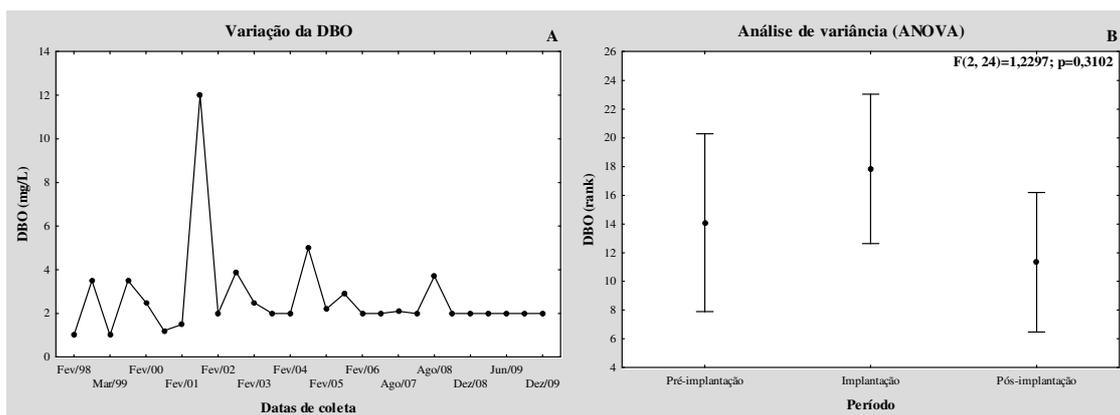


Figura 11 – Variação da DBO no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.10. Demanda Química de Oxigênio – DQO

A DQO oscilou entre 1,0 e 22,0 mg/L durante todo o período de amostragem. Em relação aos períodos o que se observou foi uma maior média (8,9 mg/L) no período

de implantação, assim como a mediana deste período (8,7 mg/L) que também foi maior em relação aos outros. Ao passo, que o período de pós-implantação apresentou os menores valores de média e mediana sendo 5,2 e 5,0 mg/L respectivamente.

O que se observa em relação aos meses de coleta é variação da DQO (Figura 12A), porém quando analisada a variação entre os períodos não foi verificada uma variância significativa da DQO ($p = 0,1589$) (Figura 12B).

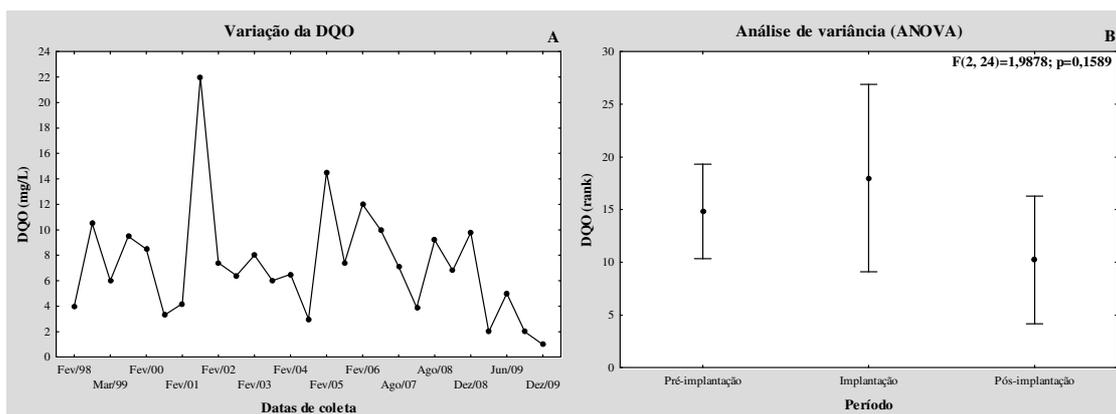


Figura 12 – Variação da DQO no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.1.11. Clorofila *a*

Na estação E₈, as concentrações de Clorofila *a*, oscilaram entre 1,48 µg/L e 151,70 µg/L durante todo o período de amostragem. Entre os períodos, o maior valor médio foi observado na etapa de pré-implantação (23,59 µg/L), assim como a mediana (12,23 µg/L). Já os menores valores foram registrados no período pós-implantação com média de 5,34 µg/L e mediana de 3,40 µg/L.

É observada variação entre os meses de coleta nos níveis de clorofila *a* com pico no mês de agosto de 2001 (Figura 13A). Esta variação é significativa ($p = 0,0252$) revelando a diminuição da concentração deste parâmetro no decorrer dos períodos (Figura 13B).

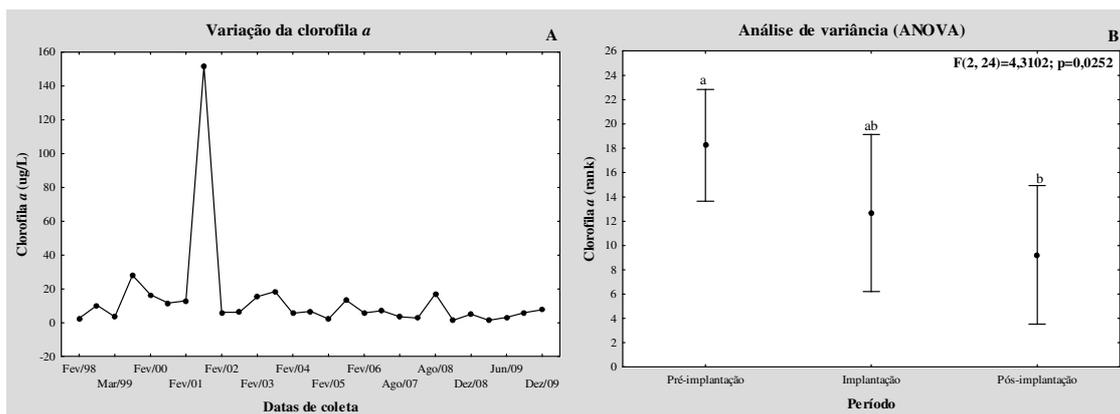


Figura 13 – Variação da clorofila *a* no decorrer do período de fevereiro de 1998 a dezembro de 2009 (A) e análise de variância (ANOVA) não-paramétrica (dados rankeados) entre os períodos de pré-implantação, implantação e pós-implantação ao nível de 5% de significância e intervalo de confiança de 95%.

4.2. Capacidade de suporte

O cálculo da capacidade de suporte foi baseado no sistema de produção adotado, a princípio, que é baseado em experimentos realizados no Reservatório de Itaipu para a espécie *Piaractus mesopotamicus*, desde 1987 segundo ITAIPU BINACIONAL (1998). A técnica empregada consiste em estocar juvenis (a partir de 100 g) em tanques-rede com área que varia de 1,0 a 4,0 m² e volume de 1,5 a 6,0 m³, na densidade de estocagem média de 60 kg/m³, utilizando alimentação balanceada fornecida em quantidades variáveis de 1,0 a 9,0% da biomassa estocada, em função temperatura da água e aceitação do alimento. Este manejo tem permitido a obtenção de peixes com peso médio em torno de 1,0 kg, com um ciclo/ano e conversão alimentar média de 2,5 : 1.

Tendo-se como 30 dias o intervalo de tempo médio para que toda a água do lago de Itaipu seja renovada, a adoção de uma majoração de 30% sobre esse valor para o tempo de residência do braço em estudo mostra-se adequada, uma vez que o corpo central do reservatório apresenta fluxos advectivos mais intensos que nas regiões remansadas (braços). Assim sendo, considerou-se 39 dias o tempo de residência estimado para o braço em questão.

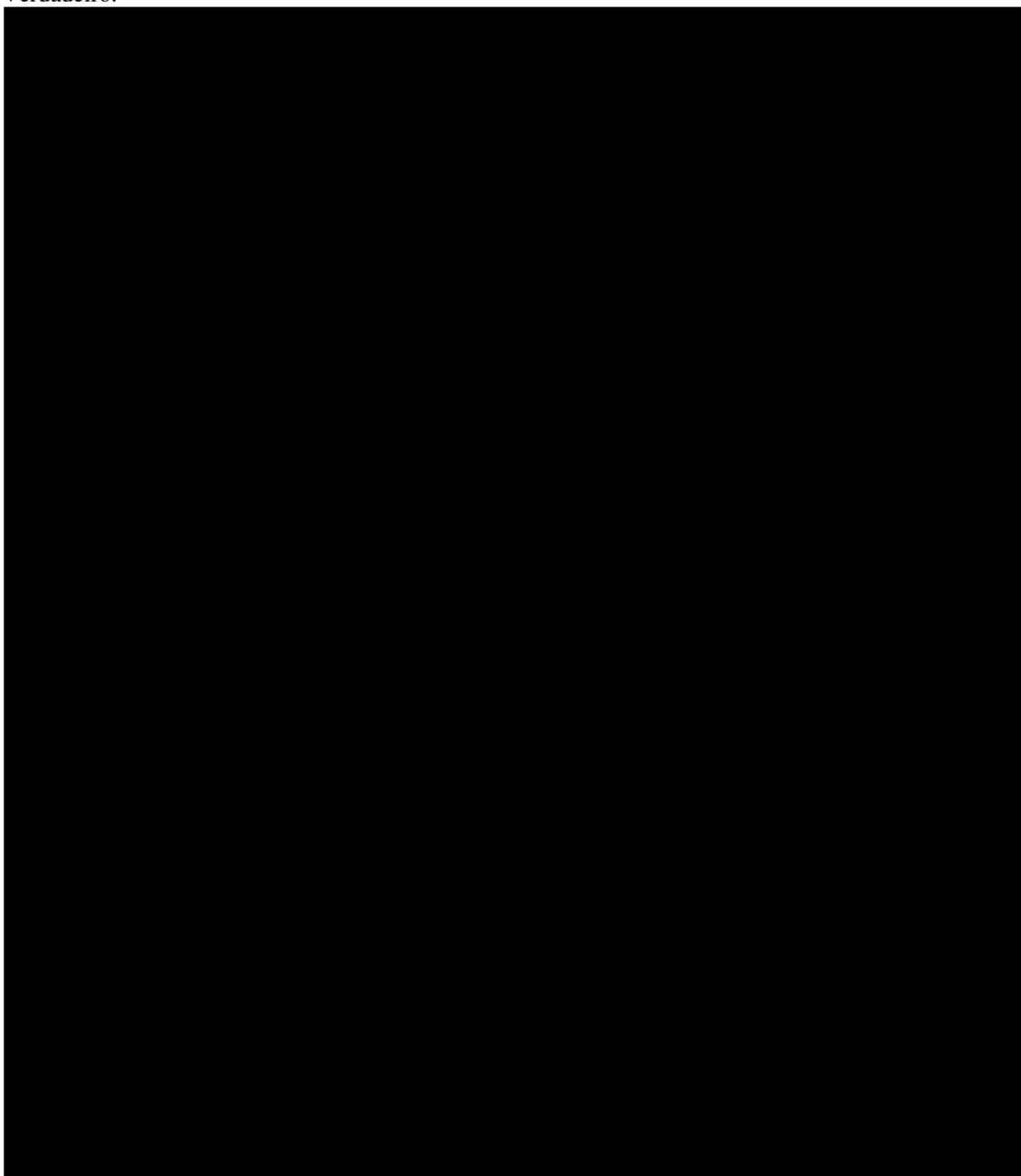
Baseado nos valores das cotas de operação (mínima de 196 m e máxima de 220 m), foi então determinada a profundidade média de 12 metros para o braço do São Francisco Verdadeiro.

Para a aplicação da metodologia proposta, definiu-se para estimativa da capacidade suporte, estabelecendo um total de cinco áreas aquícolas totalizando em 518,87 ha, área zoneada propícia a aquicultura, porém, sendo passível a produção em 2.554,4 ton/ano de peixes. Estabelecendo uma área máxima para ocupação de tanques

rede em 9,27 hectares. Considerando a totalidade de peixes e ração a ser utilizada, ocorrerá um aporte de lançamento ao ambiente uma carga de fósforo de 866,57 mg/m²/ano.

O detalhamento dos cálculos para a capacidade de suporte estão apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Memória de cálculos sobre a estimativa da capacidade suporte do braço do rio São Francisco Verdadeiro.



5. DISCUSSÕES

5.1. Análise da qualidade da água

Para a maioria dos parâmetros analisados não houve variação significativa entre os períodos de amostragem, exceto a transparência, nitrogênio Kjeldalh e clorofila *a*.

A baixa transparência apresentada na etapa de pré-implantação, revela água com elevado material em suspensão que pode ser de origem argilosa, decorrente de aportes da bacia em razão de elevados índices pluviométricos da região, principalmente nas bacias dos rios Piquiri e Ivaí. Na fase de implantação e pós-implantação, os valores indicam redução do material em suspensão. Situação similar observada por CALIJURI *et al.* (1997), no lago Dom Helvécio e Lagoa Carioca em Minas Gerais. O nitrogênio Kjeldahl pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização, o que não é observado neste caso, pois os níveis deste parâmetro diminuíram significativamente após a implantação das unidades aquícolas.

É importante ressaltar que os parâmetros que têm seus níveis máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldalh, nitrato, nitrito, fosfato total, DBO e clorofila *a*) apresentam valores inferiores aos limites máximos estabelecidos para um corpo d'água classe 2, este especificado na Resolução CONAMA n° 274/2000 como sendo destinados à aquicultura e à atividade de pesca. Exceção feita para fosfato total no período de pré-implantação, em que apresentou uma média de 0,035 mg/L P, valor superior ao estabelecido quando a legislação Resolução CONAMA n° 20/1986, em vigência para o respectivo período, estabelecia o valor máximo em 0,025 mg/L P. Bem como no mês de agosto de 2001 (período de pré-implantação) foram registrados valores acima dos permitidos de DBO e clorofila *a*.

Os cálculos da capacidade suporte se mantiveram dentro do padrão estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, onde foi observado o valor máximo de 0,129 mg/L P, em agosto de 2001, período de pré-implantação e valor mínimo de 0,0046 mg/L P, em fevereiro de 2004. O valor médio das amostragens foi 0,026 mg/L P.

No processo de cessão de uso da qualidade de água e licenciamento ambiental para o braço São Francisco Verdadeiro, foi considerando a capacidade suporte a concentração de fósforo média mensal do ano de 2003 ($x = 0,015$, $n = 4$), para a estação E₈, e naquela oportunidade em função da Resolução CONAMA n° 20/1986, estabelecia o valor em 0,025mg/L P. Atualmente a Resolução CONAMA 357/2005, em vigor que estabeleceu o limite de 0,030 mg/L, ou seja, uma concentração de fósforo total, menos

restritiva.

5.2. Evolução das legislações e cessão de uso de espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura

A atividade de cultivo de peixes em tanques rede, teve vários impedimentos relacionados à legislação anteriores, deixou algumas lacunas negativas a aplicação adequada à gestão dos recursos hídricos, principalmente a atividade aquícola até o início dos anos 2000, foram contempladas e definidas atualmente, os sistemas de cultivo de peixes em tanque rede, sob óbice que a finalidade objetiva em garantir os seus usos múltiplos é necessária, teve origem principalmente devido a propostas, ocupação e uso dos espaços conforme apresenta a Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos.

Ressalvando-se que as normas vigentes estão aptas a produzir os efeitos próprios de seu conteúdo, isto é, efeitos jurídicos sob segundo critérios, vê-se que o interesse coletivo prevalece sob os interesses individuais na cessão e uso de áreas onerosas ou não onerosas.

O domínio do uso de espaços físicos da União, como é óbvio de um Direito Real, ou seja, de um direito que recai diretamente sobre o espaço físico e que independe, para seu exercício, de pretensão de quem quer que seja, produzir pescado em condições controladas e ambientalmente sustentável.

A exclusão da responsabilidade parcial das concessionárias, que antes prevalecia o direito real de uso de águas exclusivas a geração de energia elétrica, se posicionava contrária quando o objeto se tratava da produção de pescado em águas públicas da União. O referido Decreto nº 2.869/98, preliminarmente, teve uma interpretação restritiva do texto, deixando lacunas nos artigos e não definia regras e quem cedia o direito para outorgar o uso de áreas, quais os procedimentos e delimitações de áreas aquícolas, tal quais os interessados que pudessem usar com direito exclusivo, solidário à união.

O Decreto nº 4.895/03, que dispõe sobre autorização de uso de espaços físicos de Domínio da União para fins de aquicultura, foi relevante para regulamentação da Instrução Normativa Interministerial nº 06/04, que define os parques aquícolas e faixas ou áreas de preferência, trouxe a luz e clareza para o ordenamento, delimitação dos parques, áreas aquícolas e os procedimentos administrativos de cessão de uso, navegação e licenciamento ambiental.

Na ordem jurídica, admite-se o uso do espaço físico de águas da União, que o

direito de usar (*jus utendi*) ou utilizar (*jus utendi*), da maneira que entender, consiste na faculdade, não mais o poder, ou alienar a outrem de servir-se da coisa e utilizá-la da maneira que entender mais conveniente, sem modificação em sua substância, principalmente manter as características ambientais gerando responsabilidades objetivas e subjetivas.

Aos usuários outorgados são reconhecidos ao exercício de suas atividades quando as competências são estabelecidas a vários Ministérios pela edição da lei nº 10.683/03, que cabe dar os devidos andamentos as políticas e diretrizes dos setores de suas alçadas, com as concessões e licitações das áreas aquícolas, previamente autorizadas pelos entes federativos.

Compatibilizar o meio ambiente e desenvolvimento significa considerar os problemas ambientais dentro de um processo contínuo de planejamento, atendendo-se adequadamente às exigências de ambos e observando-se suas inter-relações particulares a cada contexto sociocultural, político, econômico e ecológico, dentro de uma dimensão tempo/espaço. Em outras palavras, isto significa dizer que a política ambiental não se deve erigir em obstáculo ao desenvolvimento, mas sim em um de seus instrumentos, ao propiciar a gestão racional dos recursos naturais, os quais constituem a sua base material (MILARÉ, 2000).

Os impactos da atividade de pisciculturas em tanques-rede sobre o ecossistema aquático causam interferências na qualidade da água, nas comunidades bentônicas, planctônicas e peixes. Entretanto, na história desta atividade em represas brasileiras, há poucas evidências da perda da qualidade da água em decorrência destes empreendimentos.

Neste sentido, com base nas informações apresentadas, pode-se inferir que os efluentes emitidos por essa atividade, certamente estão sendo aproveitados pela biota residente em áreas próximas as pisciculturas. Assim, a biota destes ecossistemas pode ainda estar prestando um importante serviço ambiental, uma vez que consumindo estes efluentes diminui os efeitos da eutrofização artificial. No entanto, ressalta-se que o *input* de energia na forma de restos de ração e efluentes, mesmo que reciclados pela biota, já alteraram os níveis normais do ecossistema.

Finalmente, o Estado do Paraná, considerando a necessidade indispensável de regulamentação e licenciamento ambiental da atividade de produção de pescado em tanques-rede, como instrumento de política pública, inicialmente utilizou-se ao estabelecido no Art. 1º da Resolução CONAMA nº 237/97, a Portaria do IAP nº

112/2005, o Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro, foi licenciado pelo Instituto Ambiental do Paraná por procedimento único de acordo com o disposto nos Arts. 6º e 9º da Resolução nº. 413, de 26 de junho de 2009, obedecendo e atendendo aos critérios:

I - enquadramento na capacidade de suporte do corpo hídrico para fins de aquicultura, de acordo com definição fornecida pelo órgão responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos; e.

II - utilização de espécie nativa ou autóctone ou;

III - utilização de espécie alóctone ou exótica, desde que sejam apresentadas medidas de mitigação dos impactos potenciais.

Dessa forma ocorreu a simplificação nos procedimentos administrativos na emissão da Licença ambiental de Operação do Parque aquícola São Francisco Verdadeiro nº 29536, com validade até 29/08/2018, tendo a titularidade o Ministério da Pesca e Aquicultura, sem excluir as responsabilidades citadas nos condicionantes ambientais.

Os processos de seleção de áreas propiciam no Reservatório de Itaipu, para implantação dos parques aquícolas foram aplicados os princípios da legalidade, precaução, anterioridade e indisponibilidade, com base a estudos realizados anteriormente, prevalecendo o interesse público, sem esgotar o rol, examinam-se alguns dos princípios de relevo de importância prática. No confronto entre o interesse do particular e o interesse público. Num sentido lato, consideramos que “são também públicos todos os interesses que, ainda que reflexamente, atinjam a sociedade como um todo identificando as normas vigentes e critérios de prevenção de conflitos de encontro com o princípio dos usos múltiplos, instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97”.

5.3. Critérios de demarcação do parque e definição das áreas aquícolas do braço do rio São Francisco Verdadeiro

Com relação ao Reservatório de Itaipu, as seleções de áreas para implantação do parque aquícola foram aplicados os princípios da legalidade, precaução, anterioridade e indisponibilidade, prevalecendo o interesse público, sem esgotar o rol, examinam-se alguns dos princípios de relevo de importância prática, sem deixar de lado o confronto entre o interesse do particular e o interesse público. E, num sentido lato, são também públicos todos os interesses que, ainda que reflexamente, atinjam a sociedade como um todo identificando as normas vigentes e critérios de prevenção de conflitos com base ao princípio dos usos múltiplos, instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos,

Lei nº 9.433/97.

Nesse diapasão, objetivos gerais da seleção de áreas de preferência para algumas represas da União, o enfoque principal é caracterizar estas como áreas de preferências no reservatório de Itaipu, estabeleceu seu zoneamento aquático com base as normas gerais, que devem presidir o uso das áreas aquícolas, que atinjam o bem comum, inclusive, com adoção de critérios técnicos, medidas de mitigação, norteadas por programas de controle ambientais – PCA, que regularmente são desenvolvidos pela Itaipu Binacional, destacando-se a frequência dos monitoramentos e avaliação da qualidade de água, servindo de orientação a outros usuários.

6. CONCLUSÃO

Neste estudo as avaliações das condições ambientais do Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro, através do estudo de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água e a evolução das normas e uso de tanques-rede, permitiu concluir que:

O domínio do uso de espaços físicos da União, como é obvio de um Direito Real do estado, ou seja, de um direito que recai indiretamente sobre as pessoas físicas ou jurídicas que independem, para seu exercício, de pretensão de quem quer que seja, produzir pescado em condições controladas e monitoradas, desde que sejam previstos os danos ambientais controláveis e a intervenção a transferência de cessão de uso de águas uso em forma de arrendamento.

A nova concepção no contexto social e econômico, significou abertura a possibilidade de exploração e cultivo de peixes em sistemas de tanque rede, após a estruturação das normas legais, como consequência trouxe uma concepção positiva ao direito real dos usuários, que concede ao gozo e a fruição de bens hídricos, advindo as definições de áreas e parques aquícolas.

Assim fundamenta o art.1º, inciso I, da Lei nº 11.959/09, que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca em conferir efetividade sobre o seu comando, ao mesmo tempo em que assegurou deveres, obrigações as pessoas físicas e jurídicas, com consequente obrigação em preservar e prover o manejo correto na produção de pescado.

O objetivo de promover o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como, otimização dos benefícios econômicos decorrentes, em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade.

Finalmente evidenciou-se as definições de procedimentos devido a deficiência

de normas legais e dados qualitativos e quantitativos de usos de espaços disponíveis da União, que tornava complexos e inibidor da situação da aquicultura em tanques-rede por indefinição do zoneamento ecológico e escolha do modelo para determinação da capacidade suporte.

A adoção do modelo de predição de DILLON & RIGLER (1974), pela série histórica existente da qualidade de água no reservatório de Itaipu Binacional foi determinante para a criação do Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro.

O braço do rio São Francisco Verdadeiro, tem capacidade de suportar grande produção de pescado, em 1.211 ton/ano, é preciso considerar de resultados anteriores da qualidade física e química da água deste braço, já que do total de amostras coletadas, na etapa de pré-implantação o maior valor médio do fósforo total, observado em (0,035 mg/L P) e da clorofila *a* em 151,7 µg/L, na etapa de pré-implantação. Apesar dos resultados apresentados para este período indicarem indícios de eutrofização do braço, observa-se que as variáveis como oxigênio dissolvido, amônia e nitrito, apresentaram-se adequadas com relação aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesar de ter-se o conhecimento que o padrão limnológico é dinâmico, cíclico em função da variação sazonal, se as concentrações venham a ser a apresentar resultados acima do limite estabelecido pela legislação, novos estudos deverão ser realizados para verificar a necessidade da implantação de nova metodologia e modelagem, contemplando as novas estações, para estabelecimento da capacidade suporte e para avaliação do estado trófico do braço.

Para proposta inicial seria implantar centenas de tanques redes, entretanto, pela norma que beneficia apenas os pescadores, ainda são poucas unidades instalados na área do Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro > outro fator é a limitação quanto ao cultivo das espécies, devido a várias limitações quanto a espécie nativa cultivada o Pacu (*P. mesopotamicus*), por apresentar limitações ao tamanho comercial e escoamento regular da produção. Atualmente, o cultivo de peixes exóticos é limitado pelo Decreto nº 4.256/02 que Promulga o Protocolo Adicional ao Acordo para a Conservação da Fauna Aquática nos Cursos dos Rios Limítrofes entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República do Paraguai, celebrado em Brasília, em 19 de maio de 1999. Entretanto, com possível a Portaria do IAP nº 125/09, reconhece está espécie como permitida o cultivo no Estado do Paraná, dos quais pode permitir alteração na legislação Federal e ocorrer expansão do empreendimento.

Medidas de prevenção devem ser tomadas com a introdução principalmente da tilápia (*Oreochromis* sp.), que possui uma cadeia produtiva organizada, apresentar rápido retorno econômico e resiste a manejos constantes, principalmente em cultivos em sistemas intensificados de produção.

O arraçoamento e estocagem de peixes são os principais fatores para degradar a qualidade de água, a aplicação de técnicas baseadas em Boas Práticas de Manejos (BPMs), tenham o objetivo em reduzir os impactos ambientais, desde que os procedimentos ao monitoramento ambiental sejam controlados a tendência é degradar a qualidade da água, em razão da bacia, serem influenciadas por ações antrópicas as condições adversas.

Além dos aspectos citados acima é preciso lembrar alguns itens à intensificação do cultivo de pescado em tanques-rede em reservatórios, depende em grande parte de um monitoramento ecológico constante, sobre a qualidade física, química e biológica da água e das contribuições difusas encontradas na bacia, para que a atividade de produção de peixes em sistemas intensivos em sistemas de tanques rede seja sustentável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, USA: American Public Health Association. 21 ed., 2005.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**/Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília : ANEEL. 3 ed., 236 p., 2008.
- ANGELINI, R. Avaliação da capacidade suporte da Represa do Broa para a colocação de tanques-rede. *In: Anais do Seminário Internacional “Represa do Lobo 30 anos”*. 17 p., 2000.
- BERG, H., MICHELSEN, P., TROELL, M., FOLKE, C., KAUTSKY, N. Managing aquaculture for sustainability in tropical lake Kariba, Zimbabwe. **Ecological Economics**. n. 18, p. 141-159, 1996.
- BEVERIDGE, M. C. M. Cage and Pen Fish Farming: Carrying Capacity Models and Environmental Impacts. **FAO Fisheries Technical Paper**. n. 255, v. 1, 133 p., 1984.
- BUNDING, S. W. Appropriation of environmental goods and services by aquaculture: a reassessment employing the ecological footprint methodology and implications for horizontal integration. **Aquaculture Research**. n. 32, p. 605-609, 2001.
- CAVERO, B. A. S. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques- rede de pequeno volume. **Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior)**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. 51 p., 2002.
- DILLON, P. J. & RIGLER, F. H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. **J. Fish. Res. Bd. Can.** n. 31, p. 1771-1778, 1974.
- DUARTE, P., MENESES, R., HAWKINS, A. J. S., ZHU, M., FANG, J., GRANT, J. Mathematical modelling to assess the carrying capacity for multi-species culture within coastal waters. **Ecological Modelling**. n. 168, p. 109-143, 2003.
- FOLKE, C., KAUTSKY, N., BERG, H., JANSSON, A., TROELL, M. The ecological footprint concept for sustainable seafood production: a review. **Ecologica Applications**. n. 8, v. 1, p. 63-71, 1998.
- IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do Estado do Paraná, no período de 2009 a 2008**. p. 98-114, 2009.
- KAUTSKY, N., BERG, H., FOLKE, C., LARSSON, J., TROELL, M. Ecological footprint for assessment of resource use and development limitations in shrimp and tilapia aquaculture. **Aquaculture Research**. n. 28, p. 753-766, 1997.
- KUBTIZA, F. Tanques-redes, rações e impactos ambientais. **Panorama da**

Aquicultura. p. 44-50, Jan/fev,1999.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente - Doutrina- prática- jurisprudência**. São Paulo: Revistas dos Tribunais. 2000.

MONTE-LUNA, P. B. W., BROOK, M., ZETINA-REJON, V., CRUZ-ESCALONA. The carrying capacity of ecosystems. **Global Ecol. Biogeogr.** n. 13, p. 485-495, 2004.

PULATSU, P. The application of a phosphorous budget model estimating the carrying capacity of Kesikkopru Dam Lake. Turk. **J. Vet Anim.Sci.** n. 27, p. 1127-1130, 2003.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Porto Alegre: EDUNI-SUL. 532 p., 1985.

SMAAL, A. C., PRINS, T. C., DANKERS, N., BALL, B. Minimum requirements for modeling bivalve carrying capacity. **Aquatic Ecology**. n. 31, p. 423-428, 1998.

SOUZA, L. L. A. P. Estudo de impactos sociais, econômicos e ambientais, ocasionados pela piscicultura em tanques-rede na região de Paulo Afonso-BA. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Tocantins. 124 p., 2006.

STARLING, F., ANGELINI, R., PEREIRA, C. A. Modelagem Ecológica da Dinâmica do Fósforo e Avaliação da Capacidade Suporte do Lago Paranoá frente à Ocupação da sua Bacia de Drenagem. **Relatório de Consultoria apresentado a Companhia Energética de Brasília**. 320 p., 2002.

TROELL, M. & BERG, H. **Cage fish farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment**. 1997

VOLLENWEIDER, R. A. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing water with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD. Paris: **Tech. Rep. DA5/SU/68-27**. 250 p., 1968.