

Universidade Camilo Castelo Branco
Campus de Fernandópolis

DANIEL CARDOSO PEREIRA

IMPACTO DE TABLADOS FLUTUANTES SOBRE VARIÁVEIS DE
QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIO DA USINA
HIDRELÉTRICA DE NOVA PONTE - MG

IMPACT OF FLOATING PLATFORMS ON WATER QUALITY IN RESERVOIR OF
HYDROELECTRIC POWER PLANT OF NOVA PONTE - MG

Fernandópolis, SP
2015

DANIEL CARDOSO PEREIRA

IMPACTO DE TABLADOS FLUTUANTES SOBRE VARIÁVEIS DE
QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIO DA USINA
HIDRELÉTRICA DE NOVA PONTE - MG

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP
2015

Ficha Catalográfica

PEREIRA, Daniel Cardoso

P489I Impacto de Tablados Flutuantes sobre Variáveis de Qualidade da Água em Reservatório da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte – MG / Daniel Cardoso Pereira - São José dos Campos: SP / UNICASTELO, 2014.

42f. il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

1. Pesca. 2. Poluição Difusa. 3. Doenças de Veiculação Hídrica. 4. Oxigênio na Água.

I. Título

CDD: 574

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno:

Daniel Cardoso Pereira

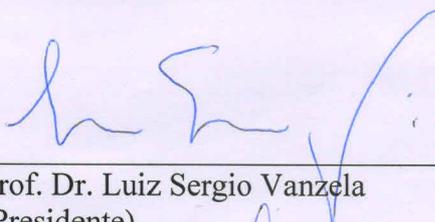
Data: 19.08.2015

TERMO DE APROVAÇÃO

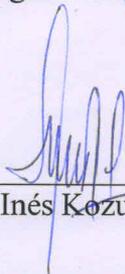
DANIEL CARDOSO PEREIRA

IMPACTO DE TABLADOS FLUTUANTES SOBRE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE NOVA PONTE

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela
(Presidente)



Profa. Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani



Profa. Dra. Gláucia Rosângela Peglow Borges de Castro

Fernandópolis - SP, 26 de fevereiro de 2015.

Presidente da Banca Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Campus • São Paulo

Rua Carolina Fonseca, 584 - Itaquera
CEP: 08230-030 - São Paulo - SP.
Fone: 11 2070.0000
email: unicastelo@unicastelo.br

Campus • Fernandópolis

Est. Projetada F-1, s/n - Fazenda Santa Rita
CEP: 15600-000 - Fernandópolis - SP.
Fone: 17 3465.4200
email: unicasteloc7@unicastelo.br

Campus • Descalvado

R. Hilário da Silva Passos, 950 - Parque Universitário
CEP: 13690-970 - Descalvado - SP.
Fone: 19 3593.8500
email: unicasteloc8@unicastelo.br

IMPACTO DE TABLADOS FLUTUANTES SOBRE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE NOVA PONTE - MG

RESUMO

Os ambientes modificados pelos reservatórios das usinas hidrelétricas propiciam condições favoráveis à implantação de tablados flutuantes, permitindo ótimas condições para as atividades de pesca e lazer. Entretanto, a densificação excessiva da construção de tablados pode acarretar impactos sobre a qualidade de água, em função do uso de cevas e lançamento de resíduos. Este trabalho objetivou avaliar o impacto de tablados sobre variáveis de qualidade de água, por meio de análise de regressão de variáveis de qualidade da água em função da densidade de tablados. De acordo com os resultados, houve impactos significativos sobre as variáveis impactadas pelo aumento da densidade de tablados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, tanto na época de liberação quanto na época de proibição da pesca, foram turbidez, cor aparente, clorofila, oxigênio dissolvido, nitrogênio, nitrito, potássio, sólidos totais, amônia, óleos e graxas, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Segundo os modelos de regressão, para manter a qualidade da água em padrões de classe 3 da Resolução CONAMA n. 357/2005, a densidade máxima de tablados deve ser de 4 tablados km^{-2} (1 tablado por 25 ha) de espelho d'água.

Palavras-chave: pesca, poluição difusa, doenças de veiculação hídrica, oxigênio na água.

IMPACT OF FLOATING PLATFORMS ON WATER QUALITY IN RESERVOIR OF HYDROELECTRIC POWER PLANT OF NOVA PONTE - MG

ABSTRACT

The environments modified by the hydroelectric plant reservoirs provide favorable conditions for the deployment of floating platforms, allowing optimal conditions for fishing and leisure activities. However, excessive densification of the construction of platforms may cause impact on water quality, due to the use of cevas and waste discharge. This study evaluated the impact of tableaux on water quality variables through regression analysis of water quality according to the platforms density. According to the results, the research showed significant impacts on the variables, impacted by increased platforms density in the reservoir of New Bridge Hydroelectric Power Plant (Minas Gerais state, Brazil). It presented impacts in both at of release as at closure of fisheries; they were turbidity, apparent color, chlorophyll, dissolved oxygen, nitrogen, nitrite, potassium, total solids, ammonia, oil and grease, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total coliforms and fecal coliforms. According to the regression models, in order to maintain water quality in class standards 3 of Resolution of CONAMA 357/2005, the maximum density of tableaux must be 4 platforms by km^{-2} (1 platform for 25 ha) of water surface.

Keywords: fishing, diffuse pollution, waterborne diseases, oxygen in the water.

DEDICATÓRIA

A minha mãe,
minha mais bela razão de existir.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que explica o Universo, completa e satisfaz toda a nossa sede de bondade. Com Ele, o homem sente que não é tudo, mas, ao mesmo tempo, sente que é mais que nada. A verdade passa a ter valor intrínseco, e as angústias interiores do Homem adquirem uma explicação legítima.

A minha mãe 'Mãezona'. Não sei se conseguirei agradecer a você através das palavras. Muitíssimo obrigado pelo investimento que fez em mim, pela confiança, pela oportunidade, pelo amor incondicional, pelo carinho, pelo apoio, por TUDO. Enfim, eu poderia escrever infinitas páginas para você, porém, deixo aqui o meu eterno MUITO OBRIGADO! AMO VOCÊ!

Ao meu irmão Renato (*in memoriam*) quando, ao acaso, na curva da paisagem, o céu parecer inclinar-se lentamente sobre a terra, a imaginação faz ver para além do horizonte um asilo de esperança, uma terra nativa do amor. E a natureza parece repetir, silenciosamente, que o Homem é imortal.

Ao meu pai, pela minha existência. Mesmo estando longe, saiba que gosto de você.

Ao meu padrinho Emílio Garbim, que, de forma especial, sempre me apoia. Obrigado pelo convívio e amizade que compartilhamos.

Aos professores, que enriqueceram o meu aprendizado no decorrer deste curso, especialmente a Luiz Sergio Vanzela, meu orientador, pela paciência e auxílio precioso durante a realização desta dissertação.

A Neuza Garcia Ribeiro Lodete, pela atenção e carinho depositados durante a realização dessa especialização: "Existe algo mais doce do que teres alguém com quem possas falar de todas as suas coisas, como se falasses contigo mesmo?"

A todas as pessoas que acreditaram em mim... Faríamos muito mais coisas se acreditássemos menos no número dos impossíveis. (Malesherbes)

*Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades; lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.*

Charles Chaplin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte - Santa Juliana - MG....	21
Figura 2: Detalhe da localização dos campos amostrais (a) e disposição dos pontos amostrais dentro dos campos (b). Local: lago da usina hidrelétrica de Nova Ponte.	22
Figura 3: Correlações significativas a 5% (barras azuis) e a 1% (barras verdes) das variáveis hídricas com a densidade de tablados na época de liberação (a) e proibição (b) da pesca, sendo TD (turbidez), CAP (cor aparente), CL (clorofila a), OD (oxigênio dissolvido), N (nitrogênio total), CA (cálcio), CR (cloreto), MG (magnésio), DT (dureza total), NIT (nitrito), NAT (nitrato), FE (ferro total), P (fósforo total), SA (sulfato), K (potássio), NA (sódio), ST (sólidos totais), AM (amônia), OG (óleos e graxas), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), CT (coliformes totais) e CF (coliformes fecais).	25
Figura 4: Resposta do pH em função da densidade de tablados (DTB) no período de proibição da pesca.	26
Figura 5: Resposta da turbidez (TD), cor aparente (CAP) e concentração de sólidos totais (ST) em função da densidade de tablados (DTB), nos períodos de liberação (“a”, “c” e “e”) e proibição (“b”, “d” e “f”) da pesca.	27
Figura 6: Resposta da concentração de nitrogênio (N) e potássio (K) em função da densidade de tablados (DTB), nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.	28
Figura 7: Resposta da concentração de amônia (AM) e nitrito (NIT) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.	29
Figura 8: Resposta da concentração de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a”, “c” e “e”) e proibição (“b”, “d” e “f”) da pesca.	31
Figura 9: Resposta da concentração de óleos e graxas (OG) e clorofila “a” (CL) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.	32
Figura 10: Resposta da concentração de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (BT) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.	33

Figura 11: Número máximo de tablados para atingir o limite permitido para cada variável de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) nos períodos de proibição e liberação da pesca. Obs.: OD (concentração de oxigênio dissolvido), NIT (concentração de nitrito), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e BT (concentração de coliformes termotolerantes).....34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Detalhe das variáveis hídricas avaliadas e metodologia adotadas de acordo com APHA et al. (2005).....	23
Tabela 2: Números de tabladados observados (NTB) e densidades de tabladados calculadas (DTB) nos campos amostrais de um hectare.	24
Tabela 3: Valores para as variáveis hídricas na densidade de 4 tabladados km ⁻² nas duas épocas de pesca.....	34

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Setor pesqueiro no Brasil	13
2.1.1 Importância socioeconômica da atividade pesqueira	15
2.1.2 Investimentos e reconhecimentos do setor da pesca e aquicultura	16
2.2 Impactos ambientais causados por reservatórios	17
2.3. Pesca em reservatórios de hidroeletricidade.....	17
2.4. Impacto da pesca sobre a qualidade de água.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

INTRODUÇÃO

O Brasil, país de dimensões continentais, é privilegiado com grande disponibilidade de recursos hídricos superficiais (costa marítima de 8.500 km, 12% da água doce mundial), sejam costeiros ou interiores (BRASIL, 2014). Essa característica permite que o país tenha, dentre os usos múltiplos dos recursos hídricos, grande potencial para as atividades pesqueiras e a aquicultura.

A pesca, portanto, refere-se a uma atividade de extrema importância socioeconômica, provendo alimentos e renda para uma significativa parcela da população brasileira. Segundo Brasil (2011), o país é o 19º colocado no *ranking* de produção de pescado, com cerca de 1.260.000 toneladas em 2010 (que corresponde a 0,75% da produção mundial).

Sobretudo na Região Sudeste Brasileira, com a implantação de grandes usinas hidrelétricas (BRASIL, 2013), houve aumento significativo na área de espelho d'água e na modificação do ambiente, propiciando o incremento da atividade turística e da pesca amadora.

Dentre a infraestrutura utilizada no lazer e na pesca amadora, nas margens dos reservatórios destaca-se a construção de tablados flutuantes que, normalmente, são estruturas compostas de plataforma e parapeitos de madeira sob flutuadores, com dimensões máximas de 15 m² (MATO GROSSO DO SUL, 2012).

Com o passar dos anos, os tablados flutuantes foram melhorados e passaram a permitir que o pescador permaneça por mais tempo na superfície da água. Nesse período, além do material comumente utilizado na pesca, como as cevas, o pescador se alimenta e gera resíduos sanitários no local, na maioria das vezes, descartados diretamente na água.

Assim, dependendo da densidade de tablados flutuantes no mesmo local e considerando ainda o ambiente lântico do reservatório, a pesca pode ser considerada uma fonte potencial para a poluição do manancial (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008). O aumento significativo da carga orgânica local pode provocar desde sensíveis modificações na qualidade de água até a eutrofização nos casos mais graves (FAO, 2013). Como consequência, pode ocorrer redução da diversidade e quantidade da fauna aquática (BINET; LE RESTE; DIOUF, 1995; SCUDDER; CONELLY, 1985) e aumento das doenças de veiculação hídrica (FAO, 2013).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da densidade de tablados flutuantes sobre a qualidade de água nas margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, no Centro-Oeste de Minas Gerais (Brasil).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Setor pesqueiro no Brasil

A pesca é uma fonte importante de alimentos para a humanidade, além de proporcionar emprego e benefícios econômicos àqueles que a ela se dedicam.

Os recursos aquáticos pareciam ilimitados, mas, a partir dos conhecimentos e a evolução da atividade pesqueira, essa concepção vem tomando novos rumos e, apesar desses recursos serem renováveis, são limitados e precisam de um manejo adequado para contribuir com o bem-estar da população, bem como do aspecto econômico e social.

É notório ressaltar que as civilizações dependem da água para sua sobrevivência. A água doce é essencial à vida, além de ser propícia às atividades econômicas e ao desenvolvimento. Poder utilizar esse recurso natural de forma sustentável favorece e influencia a atividade pesqueira. Sabe-se que algumas espécies de peixes são mais sensíveis às mudanças ambientais do que outras, podendo tornar-se extintas. A diminuição da quantidade de espécies economicamente importantes só agrava a crise no setor pesqueiro artesanal, que surge junto com a pesca industrial. Em pequenas comunidades pesqueiras, essa ação pode causar impactos negativos, acarretando a escassez do peixe, diminuição dos pescadores e aumento abusivo do pescado.

Segundo Cardoso (2001), devido às condições a que os pescadores estão sujeitos, essa classe irá sumir antes mesmo da extinção de algumas espécies de peixes. Isso se deve à pressão social, física e econômica a que o pescador está sujeito, diminuindo sua produtividade.

No município de Rubinéia, noroeste do estado de São Paulo, verificou-se que a atividade pesqueira não conta com todos os membros da família como antes, pois os filhos dos pescadores (a nova geração) não têm interesse em continuar na profissão. Não só a instabilidade dessa função, mas também as pressões ambientais sofridas pelos ambientes aquáticos desestimulam essa geração (SANTOS, 1999).

A análise histórica das políticas voltadas à atividade pesqueira no Brasil faz observar que elas atuam em dois sentidos: de regulamentação de incentivos à produção.

A política de regulamentação preocupa-se com a criação de órgãos para regulamentar a extração do pescado, mas se mostra relapsa em se tratando de diagnósticos. Já a política de produção pesqueira, que estava voltada ao atendimento do mercado interno, desenvolve a pesca industrial voltada ao mercado externo. Esses fatos são observados a partir dos dados do Anuário Estatístico do Brasil, onde é nítido o desenvolvimento de equipamentos sofisticados e tecnológicos voltados para os equipamentos de pesca. Analisando o contexto histórico e as atuais mudanças do rumo da atividade pesqueira, questiona-se a efetuação da pesca sustentável para diminuição da pesca predatória (SANTOS, 1999).

Segundo Santos (1999), a partir da década de 1960, com diversas ações de incentivo do governo, a produção pesqueira nacional apresentou evolução. Mas tais incentivos foram direcionados quase exclusivamente para o setor de pesca industrial, com raras ações visando ao desenvolvimento da aquicultura que, somente a partir da década de 1990, teve sua evolução no Brasil.

Mesmo acontecendo apenas recentemente o desenvolvimento da atividade pesqueira, o histórico é mais antigo. Desde o século XVIII, acontecem práticas de cultivo, como os viveiros de peixe em locais do litoral nordestino, ampliando cada vez mais a aquicultura nacional. A história da piscicultura no Brasil teve seu início marcado pela introdução de espécies exóticas, principalmente na povoação de reservatórios (SANTOS, 1999).

Entretanto esse fato, atrelado à falta de planejamento, contribuiu para o insucesso, pois algumas espécies introduzidas se tornaram presas almeçadas – o que leva à pesca predatória desses exemplares. Esse fato ocorre igualmente no município de Rubinéia, que teve o tucunaré (*Cichla spp*) introduzido e, hoje, é o peixe de maior procura pelos turistas e pescadores profissionais.

O país possui grande diversidade de clima, temperatura, ecossistemas e, conseqüentemente, de ambientes para o desenvolvimento das diversas atividades econômicas relacionadas à pesca e à aquicultura. O território brasileiro apresenta regiões climáticas de características equatorial, tropical e subtropical, além de grande área semiárida na região Nordeste. Outra importante característica ambiental do Brasil é o grande potencial hídrico das bacias hidrográficas, dos aquíferos, dos canais irrigados e dos reservatórios (SANTOS, 1999).

O setor pesqueiro no Brasil tem tudo a seu favor para que seja o grande propulsor da atividade econômica do país, de acordo com os dados acima, mas é inevitável abordar a aquicultura sem mencionar a sustentabilidade (CARDOSO, 2001).

2.1.1 Importância socioeconômica da atividade pesqueira

A pesca é uma atividade tradicional de importância social, histórica e cultural. Como citada anteriormente, no Brasil, a aquicultura já está presente em todo o território nacional, e sua produção atingiu a marca de 300.000 toneladas ao valor de R\$ 1 bilhão em 2003. Com mais de 5 milhões de hectares de áreas alagadas em reservatório de hidrelétricas e uma costa de mais de 8.000 km, o Brasil atingiu, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimento (FAO/ONU,1995), um dos países de maior potencial para o desenvolvimento desse setor e está como o quarto país de maior taxa de crescimento anual da aquicultura. Uma análise comparativa do crescimento da aquicultura e de outros setores brasileiros produtores de proteína revelou uma taxa anual média entre 1990 e 2003 de 23,3 % para a aquicultura, diante das taxas de crescimento do setor de aves (10%), bovinos (4%), suínos (7,9 %), soja (8,6%), milho (7,6%), trigo (13,4%) e arroz (3,4%). Em termos de valor, a aquicultura já representa 5% da produção animal nacional (FAO/ONU,1995).

A atividade pesqueira tem fundamental importância socioeconômica: consegue gerar 800 mil empregos, responsáveis pela sobrevivência de 4 milhões de brasileiros, mas ainda há a necessidade de rever o setor para que esses pescadores tenham melhores condições de trabalho, além de maiores possibilidades de investimentos em infraestrutura e equipamentos para o beneficiamento do pescado (FAO/ONU,1995).

O pescador artesanal/profissional exerce sua atividade de maneira individual ou em pequenos grupos e está sob o efeito de pressões econômicas que governam a estratégia de pesca, selecionando os peixes de maior valor; a sua relação com o mercado é caracterizada pela presença de intermediários.

Segundo o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO, 1999), a produção pesqueira brasileira evoluiu até o início da década de 80, chegando a

atingir cerca de 900 mil toneladas/ano. A partir de então, os dados disponíveis indicam uma queda, reduzindo, no final da década de 90, a cerca de 600 mil toneladas/ano. Nesse período, a atividade pesqueira já era responsável por cerca de 800 mil empregos. A partir de 2001, iniciou-se uma recuperação da produção com 700 mil toneladas/ano.

2.1.2 Investimentos e reconhecimentos do setor da pesca e aquicultura

O reconhecimento da importância do setor da pesca e aquicultura para o desenvolvimento sustentável do Brasil passa pela implantação gradual de uma política de Estado que se expressa no fortalecimento das políticas públicas do Governo Federal (BRASIL, 2009).

A criação do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), pela Lei n. 11.598/2009, a promulgação da Lei n. 11.959/2009 (Lei da Pesca) (BRASIL, 2009), e a realização da 3ª Conferência Nacional foram passos fundamentais para garantir a continuidade das políticas institucionais e a legitimação da sociedade.

Visto que a atividade pesqueira vem tornando-se uma grande propulsora da economia no país, o governo Federal criou o Plano Safra da Pesca e Aquicultura, que é um programa inédito para estimular o desenvolvimento do setor por meio de linhas de crédito para o aumento de produção e a geração de emprego e renda (BRASIL, 2014). Para isso, é preciso aprimorar técnicas de cultivo e manuseio, ampliar a assistência técnica, modernizar equipamentos, investir em pesquisa e garantir mais estrutura à cadeia produtiva.

O Governo defende a modernização dos equipamentos do setor pesqueiro para o aproveitamento do potencial nacional e redução das importações de pescados. Na área da aquicultura, em que o Brasil tem condições de elevar significativamente sua produção, é necessário destravar o processo produtivo, desonerando de impostos e simplificando o licenciamento ambiental (BRASIL, 2014).

Há um número considerável de empreendimentos piscícolas na região de Rubinéia, gerando postos de trabalho direto, em tanques rede, na produção de tilápias, no mesmo corpo hídrico. Eles podem contribuir significativamente para o desenvolvimento pesqueiro, entretanto, se o recurso pesqueiro for explorado de forma não sustentável, a intensificação da pesca pode levar à degradação dos

ecossistemas e diminuir, drasticamente, as atividades econômicas e de sobrevivência alavancadas pela prática da pesca.

2.2 Impactos ambientais causados por reservatórios

Todo o processo de desenvolvimento socioeconômico tem um impacto direto sobre o meio ambiente, com consequências que, muitas vezes, se refletem de forma negativa e em determinados grupos sociais. Os projetos de infraestrutura para energia elétrica, embora sejam planejados para benefício direto da sociedade, também causam impactos negativos significativos sobre o meio ambiente e às populações próximas aos empreendimentos.

Os impactos de uma usina hidrelétrica sobre o meio ambiente, bem como os efeitos do uso dos recursos naturais em suas áreas de influência, têm diversas magnitudes e abrangências. Os elementos do projeto potencialmente causadores de impacto ambiental ocorrem nas fases de planejamento, construção, enchimento do reservatório, desativação do canteiro de obras e operação do empreendimento (MULLER, 1995).

Inicialmente, a construção de hidrelétricas e a reserva de água para diversos fins foram o principal propósito. Nos últimos vinte anos, os usos múltiplos desses sistemas diversificaram-se, ampliando a importância econômica e social desses ecossistemas artificiais e, ao mesmo tempo, produzindo e introduzindo novas complexidades no seu funcionamento e impactos (TUNDISI, 1999).

A construção e a utilização de usinas podem ter uma série de consequências negativas, que abrangem desde alterações nas características climáticas, hidrológicas e geomorfológicas locais até a morte de espécies que vivem nas áreas de inundação e nas proximidades. A construção da usina de Ilha Solteira, por exemplo, segundo os pescadores, reduziu as terras, diminuiu o espaço e o habitat dos animais, modificou o modo de vida das espécies aquáticas, bem como introduziu novas espécies exigindo sua adaptação no represamento.

2.3 Pesca em reservatórios de hidroeletricidade

É notório que a pesca desenvolvida em reservatórios de hidroeletricidade apresenta-se frequentemente como conflituosa entre pescadores e as autoridades que controlam os empreendimentos e entre os pescadores e o poder público (PETRERE-JUNIOR et al., 2006; AGOSTINHO et al., 2008).

Isso pode ser atribuído à ausência de informações acerca do seu uso também como fonte de produção pesqueira, em conjunto com a falta de conhecimento sobre a biologia da sua ictiofauna, o que impede um correto ordenamento pesqueiro e manejo adequado de seus estoques (ISAAC et al., 2008; RUFFINO, 2008; CASTRO et al., 2009).

Para uma gestão adequada da pesca, torna-se fundamental o conhecimento dos aspectos sociais, econômicos e tecnológicos que permeiam essa atividade. Seria de suma importância que fossem coletados dados sobre a pesca, procurando-se identificar os locais de pesca, técnicas utilizadas e as características das comunidades pesqueiras envolvidas, o que, certamente, contribuiria para a melhor compreensão desta atividade (ISAAC, 2006; RUFFINO, 2008; CASTRO et al., 2009; MARUYAMA et al., 2010).

Observa-se que as pescarias realizadas em reservatórios, muitas vezes, apresentam algumas características comuns, como a de serem exercidas de forma artesanal e em pequena escala, constituindo importante fonte de renda, de geração de empregos e produção de proteínas para a população ribeirinha (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

O represamento de um rio ocasiona consideráveis modificações nas comunidades de organismos aquáticos em sua área de influência, alterando a distribuição longitudinal da ictiofauna e, conseqüentemente, a estrutura da comunidade dentro e a montante do reservatório (OLIVEIRA; LACERDA, 2004). A comunidade de peixes em reservatório é dominada por espécies pré-adaptadas ao ambiente lântico que podem inclusive sustentar pescarias bastante rentáveis, principalmente nos primeiros anos após a sua formação (PETRERE JÚNIOR, 1996).

É inevitável que, em qualquer represamento, ocorram impactos sobre a fauna aquática, que resultam em alterações na composição e abundância das espécies, com elevada proliferação de algumas e redução ou mesmo eliminação de outras espécies (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

2.4 Impacto da pesca sobre a qualidade de água

Os reservatórios artificiais têm sido utilizados para múltiplas finalidades, dentre elas a produção de alimento por meio da piscicultura (TUNDISI, 2005), tornando-os ambientes de grande importância em termos sociais e econômicos. Entretanto a atividade pesqueira a partir da criação de peixes em tanques-rede é uma modalidade de criação intensiva que utiliza elevada densidade de estocagem e exige constante renovação de água.

Os resíduos gerados, constituídos por alimentos não ingeridos e produtos do metabolismo dos peixes, são liberados diretamente no ambiente, aumentando principalmente a concentração de nitrogênio e de fósforo na água, que favorecem a proliferação de organismos vegetais como as algas e plantas aquáticas. Este processo é chamado de eutrofização artificial.

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 (FERREIRA et al., 2005).

A principal influência da piscicultura sobre a qualidade da água é o aumento direto dos sólidos suspensos e dos nutrientes decorrentes da matéria orgânica introduzida no ambiente, por meio da ração não consumida pelos peixes, fezes e subprodutos metabólicos (TOVAR et al., 2000; TACON; FORSTER, 2003; PILLAY, 2004) e/ou indireto por meio da eutrofização da água e pelo aumento da produtividade primária (TACON; FORSTER, 2003).

Dessa forma, a redução da qualidade da água nos sistemas de criação pode afetar a qualidade do pescado, com conseqüente prejuízo aos produtores. Além dos efeitos sobre os sistemas de produção, o impacto ambiental é também uma preocupação, uma vez que esses sistemas podem deteriorar a qualidade das águas naturais (BACCARIN; CAMARGO, 2005).

O constante monitoramento da qualidade da água é necessário, não apenas dentro e entre os tanques-rede, mas também no ambiente que envolve essa atividade para que haja uma garantia da qualidade do produto bem como da sustentabilidade dos sistemas intensivos de produção de peixes (MARENGONI, 2006).

Boas práticas de manejo podem não determinar uma sustentabilidade perene, assim, deve-se buscar uma preservação da biodiversidade e uso racional dos recursos naturais sem degradação dos ecossistemas aquáticos (MACEDO; SIPAÚBA, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Santa Juliana, no estado de Minas Gerais (Brasil), no Lago da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, nas coordenadas 19°16'59,24" Sul e 47°37'22,70" Oeste (Figura 1).



Figura 1: Localização da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte - Santa Juliana - MG.
Fonte: O autor, 2014.

O clima da região, de acordo com Koppen, é o tropical de altitude, com inverno seco e tem o mês mais quente superior a 22°C (Cwa). A região é caracterizada por precipitação média anual de 1.574 mm e a temperatura média anual de 20,4°C (SENTELHAS et al., 2003).

Para avaliar os impactos da densidade de tablados sobre a qualidade de água, realizou-se a análise de correlação e regressão das variáveis hídricas qualitativas em função da densidade de tablados.

A densidade de tablados foi calculada pelo quociente entre a quantidade de tablados de campos amostrais distribuídos ao longo da margem do reservatório, cujas áreas foram de 1 hectare. Em seguida, os valores foram transformados em tablados por quilômetro quadrado.

Para isso, foram estabelecidos 8 campos amostrais com abrangência de 100 por 100 m, nos quais foram dispostos 3 pontos de amostragem de água (Figura 2a). As variáveis hídricas qualitativas foram determinadas em 3 pontos centrais (a 15, 30 e 45 m da margem), aproximadamente 1 metro de profundidade, dentro de cada campo amostral (Figura 2b). Foram realizadas 2 campanhas de amostragens, sendo

coletadas 3 amostras por campo amostral, totalizando 24 no período da proibição da pesca (19/10/2013) e 24 no período da liberação da pesca (22/02/2014). As variáveis hídricas avaliadas, bem como os métodos empregados estão apresentados na Tabela 1.

Com os resultados das análises, foram determinadas as médias dos 3 pontos em cada campo amostral. Em seguida, determinou-se o percentual do total das amostras que estavam adequadas ou inadequadas de acordo com os padrões da resolução do CONAMA n. 357/2005 para águas de classe 3 (BRASIL, 2005).

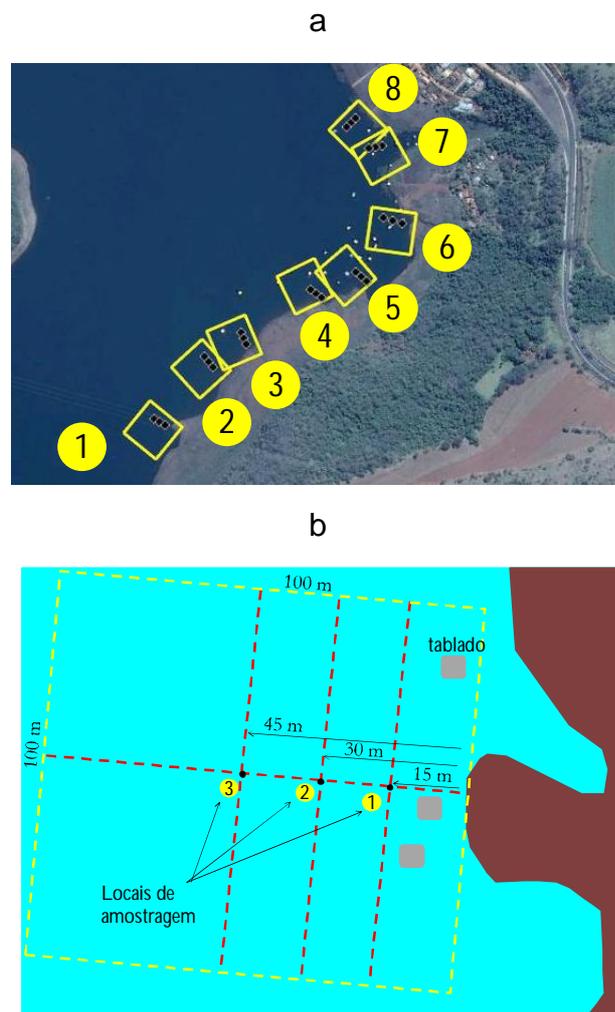


Figura 2: Detalhe da localização dos campos amostrais (a) e disposição dos pontos amostrais dentro dos campos (b). Local: lago da usina hidrelétrica de Nova Ponte.

Fonte: O autor, 2014.

Tabela 1: Detalhe das variáveis hídricas avaliadas e metodologia adotadas de acordo com APHA et al. (2005)

Variável	Unidade	Método	Equipamento
pH	-	SM 4500 H+B	Hanna pH21 pH/ml meter
Temperatura	°C	STD Met. 20 ^a ed	Inco herm - termômetro mercúrio
Turbidez	NTU	SM 2130 B	Poli control AP 2000 ³
Condutividade	µS/cm	STD Met. 20 ^a ed	Ms tecnoponmCA 150 – condutivímetro
Cor aparente	Pt L ⁻¹	SM 2120 A/B	Hanna c200 multiparameter íon específico meter
Clorofila a	µg L ⁻¹	SM 10200 A	Hanna c200 multiparameter íon específico meter
Oxigênio dissolvido	mg L ⁻¹	STD Met. 20 ^a ed	Solar instrumentação oxímetro SL510 D
Sólidos dissolvidos	mg L ⁻¹	STD Met. 20 ^a ed	Dist WP-4 (0.01-19.99mS/cm)
Nitrogênio	mg L ⁻¹	STD Met. 20 ^a ed	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Cálcio	mg L ⁻¹	L5 109Mét.EDTA	Titulação – bureta ¹⁰
Cloreto	mg L ⁻¹	SM 4500-CI-B	Titulação – bureta ¹¹
Magnésio	mg L ⁻¹	L5 109Mét.EDTA	Hanna c200 multiparameter íon específico meter
Dureza total	mg L ⁻¹	SM 2340 A/B/C	Titulação - bureta ¹³
Nitrito	mg L ⁻¹	SM 4500 NO ₃ - B	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Nitrato	mg L ⁻¹	SM4500 NO ₃ -D B	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Ferro	mg L ⁻¹	SM 3111 B	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Fósforo	mg L ⁻¹	SM4500 P E	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Manganês	mg L ⁻¹	SM 3111B	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Sulfato	mg L ⁻¹	SM 4500 SO ₄ E	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Potássio	mg L ⁻¹	SM 3111 B	Fotômetro chamaBenfer BF 300
Sódio	mg L ⁻¹	SM 3111 B	Fotômetro chamaBenfer BF 300
Sólidos totais	mg L ⁻¹	STD Met. 20 ^a ed	Estufa retilínea Fanem / Balança analítica
Amônia	mg L ⁻¹	STD Met. 20 ^a ed	Alfa kit fotocolorímetroAT-100PB
Hidróxidos	mg L ⁻¹	T. P.	Titulação – bureta
Carbonatos	mg L ⁻¹	T. P.	Titulação – bureta
Bicarbonatos	mg L ⁻¹	T. P.	Titulação – bureta
Óleos e Graxas	mg L ⁻¹	Gravimetria	Funil decantação + Estufa EL-002
DBO	mg L ⁻¹	Condutividade	estufa incubadora e eletrodo aqualytic
DQO	mg L ⁻¹	Espectrofotometria	AquecedorAlfa-mare – Licit / dry block
Coliformes Totais	UFC (100mL) ⁻¹	SM 9223 B	EstufaFanem 002 CB
Coliformes Termotolerantes	UFC (100mL) ⁻¹	SM 9223 B	EstufaFanem 002 CB

Fonte: APHA et al., 2005.

OBS: T. P. (titulação potenciométrica), DBO (demanda bioquímica de oxigênio); DQO (demanda química de oxigênio).

Para se identificar o impacto dos tablados sobre a qualidade de água, com os pares das médias das 3 amostras de cada variável hídrica dentro de cada campo amostral, com a respectiva densidade de tablados (Tabela 2), realizou-se a análise de correlação cruzada de Person entre essas variáveis.

Tabela 2: Números de tablados observados (NTB) e densidades de tablados calculadas (DTB) nos campos amostrais de um hectare.

Campo	NTB (tab ha ⁻¹)	DTB (tab km ⁻²)
1	0	0
2	0	0
3	1	100
4	4	400
5	7	700
6	6	600
7	4	400
8	3	300

Fonte: O autor, 2014. (Dados da pesquisa)

Para as variáveis com significância na correlação ($p < 0,05$), realizou-se a análise de regressão das variáveis hídricas qualitativas (variável dependente) em função da densidade de tablados (variável independente). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* SPSS for Windows.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das variáveis estudadas, não apresentaram correlação significativa com a densidade de tablados as seguintes variáveis hídricas: temperatura, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, cálcio, cloretos, magnésio, dureza total, nitrato, ferro, fósforo, sulfato e sódio. O pH somente não apresentou correlação significativa no período de liberação da pesca, porém, no período de fechamento da pesca, se apresentou em menor intensidade (Figura 3).



Figura 3: Correlações significativas a 5% (barras azuis) e a 1% (barras verdes) das variáveis hídricas com a densidade de tablados na época de liberação (a) e proibição (b) da pesca, sendo TD (turbidez), CAP (cor aparente), CL (clorofila a), OD (oxigênio dissolvido), N (nitrogênio total), CA (cálcio), CR (cloreto), MG (magnésio), DT (dureza total), NIT (nitrito), NAT (nitrato), FE (ferro total), P (fósforo total), SA (sulfato), K (potássio), NA (sódio), ST (sólidos totais), AM (amônia), OG (óleos e graxas), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), CT (coliformes totais) e CF (coliformes fecais).

Fonte: O autor, 2014.

As variáveis hídricas que apresentaram correlação significativa com a densidade de tablados na época de liberação da pesca (figura 3) foram turbidez (TD), cor aparente (CAP), clorofila (CL), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio (N), nitrito (NIT), potássio (K), sólidos totais (ST), amônia (AM), óleos e graxas (OG), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes totais (CT) e bactérias termotolerantes (BT). A única variável que apresentou correlação negativa com a densidade de tablados foi o oxigênio dissolvido.

Para a época de proibição da pesca (figura 3), além de observadas significâncias para as mesmas variáveis da época de liberação da pesca, também foi observada significância para a variável pH. Como pode ser observado, entre os períodos da proibição e liberação da pesca, não houve diferenças quanto às variáveis hídricas correlacionadas com a densidade de tablados.

Vários são os poluentes que podem ser gerados pela atividade pesqueira em tablados que alteram a qualidade da água, dentre os quais se podem destacar: o uso de cevas constituídas de milho verde, quirera, ração, arroz e restos de comida (TARCITANI; BARRELLA, 2009), lançamento de resíduos sem tratamento sanitário (SPIRELLI; BEAUMORD, 2006), erosão e desflorestamento das encostas, transporte de sedimentos (SCUDDER; CONELLY, 1985), entre outros.

O pH apresentou resposta linear significativa com a densidade de tablados somente no período de proibição da pesca (Figura 4), evidenciando um aumento sensível com o número de tablados.

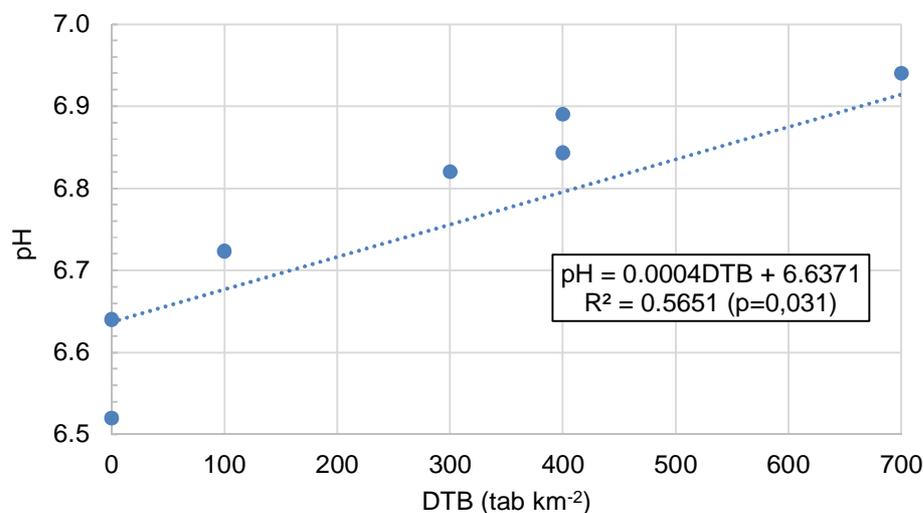


Figura 4: Resposta do pH em função da densidade de tablados (DTB) no período de proibição da pesca.

Fonte: O autor, 2014.

Considerando o modelo obtido (figura 4), os máximos (6,92) e mínimos (6,64) valores médios de pH são esperados para as densidades de 700 e 0 tablados km^{-2} , resultando em uma diferença média de 4,2%.

A turbidez, cor aparente e concentração de sólidos totais foram significativamente influenciadas pela densidade de tablados, tanto no período da proibição quanto no período de liberação da pesca (Figura 5).

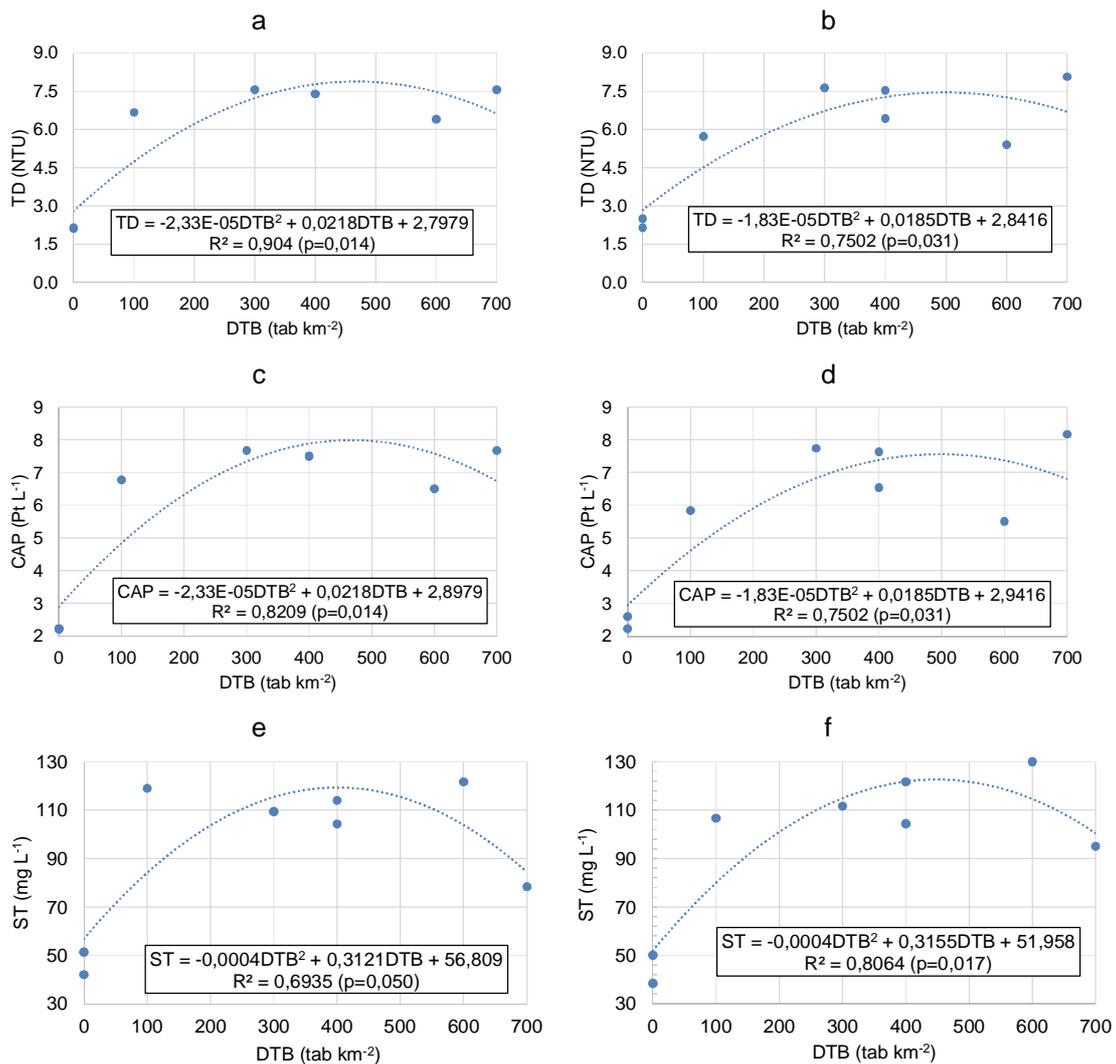


Figura 5: Resposta da turbidez (TD), cor aparente (CAP) e concentração de sólidos totais (ST) em função da densidade de tablados (DTB), nos períodos de liberação (“a”, “c” e “e”) e proibição (“b”, “d” e “f”) da pesca.

Fonte: O autor, 2014.

Segundo os modelos obtidos, na máxima densidade de tablados observada no local (700 tablados km^{-2}), a turbidez, cor aparente e concentração de sólidos totais esperadas são de 6,6 NTU, 6,7 Pt L^{-1} e 79,3 mg L^{-1} no período de liberação e de 6,8 NTU, 6,9 Pt L^{-1} e 76,8 mg L^{-1} no período da proibição da pesca.

Comparados com as áreas isentas de tablados, os valores médios observados de turbidez, cor aparente e sólidos totais foram 137, 133 e 40% no período de liberação da pesca e 140, 135 e 48% no período de proibição da pesca. O aumento da turbidez e da cor aparente está relacionada com o aumento da concentração de sedimentos na água (PICCOLO; PINTO; TEIXEIRA, 1999; TEIXEIRA; SENHORELO, 2000) e, de acordo com os resultados, indica ser originado da atividade pesqueira em tablados.

As concentrações de nitrogênio e potássio (Figura 6) também apresentaram respostas significativas com a densidade de tablados, tanto no período de liberação quanto no de proibição da pesca.

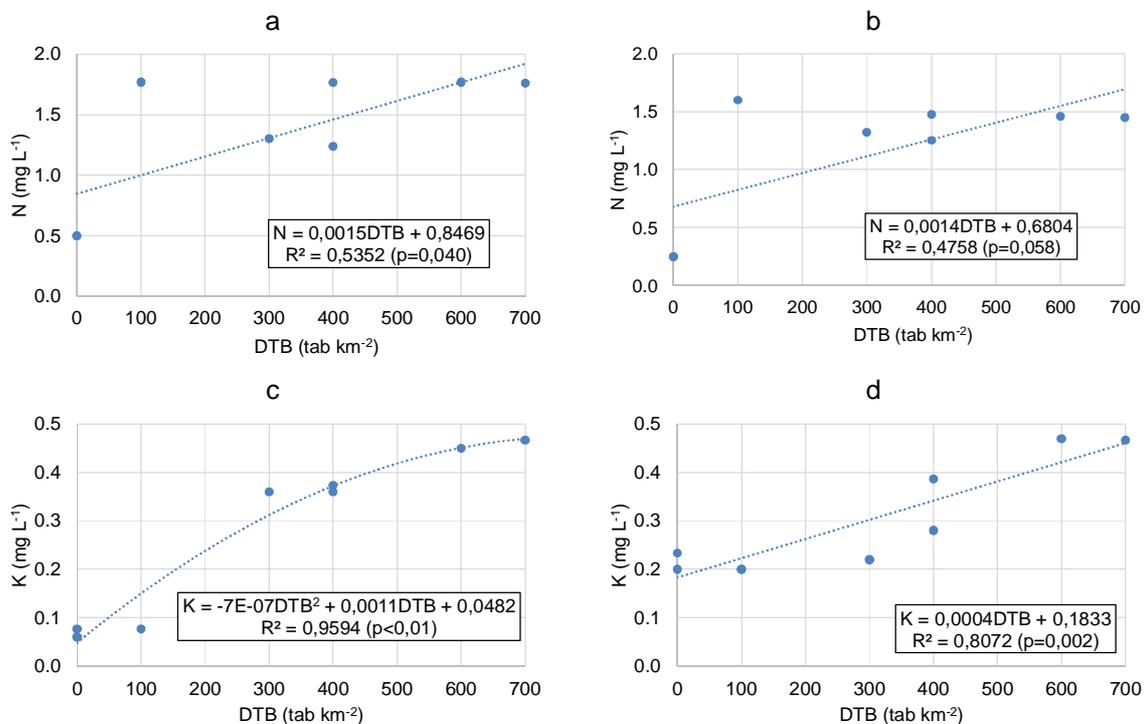


Figura 6: Resposta da concentração de nitrogênio (N) e potássio (K) em função da densidade de tablados (DTB), nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca. Fonte: O autor, 2014.

De acordo com os resultados, as concentrações de nitrogênio e potássio esperadas na época de liberação da pesca, para a densidade de 700 tablados km⁻², são de 1,90 e 0,48 mg L⁻¹, enquanto, na proibição da pesca, são de 1,67 e 0,46 mg L⁻¹. Quando comparados com as áreas isentas de tablados, esses valores são, em média, 124 e 143% maiores para o nitrogênio e 886 e 153% maiores para o potássio, respectivamente, nas épocas de pesca de liberação e proibição da pesca.

O nitrogênio e o potássio, na água, provêm naturalmente de fontes difusas como a erosão e transporte de sedimentos de áreas agrícolas (FAO, 2013). Mas, em função das altas significâncias encontradas com a densidade de tablados, a possível origem local se deve ao lançamento de cevas, resíduos sanitários e outros, de origem animal e vegetal, que contenham esses elementos que podem ser liberados na água (UNEP, 1996).

Dos compostos da série de nitrogênio, as concentrações de amônia e nitrito foram significativas em função da densidade de tablados (Figura 7), sendo esperadas para a densidade máxima de tablados observada (700 tablados km⁻²), 2,11 e 1,47 mg L⁻¹ de amônia e 1,08 e 0,94 mg L⁻¹ de nitrito, respectivamente, nas épocas de liberação e proibição da pesca.

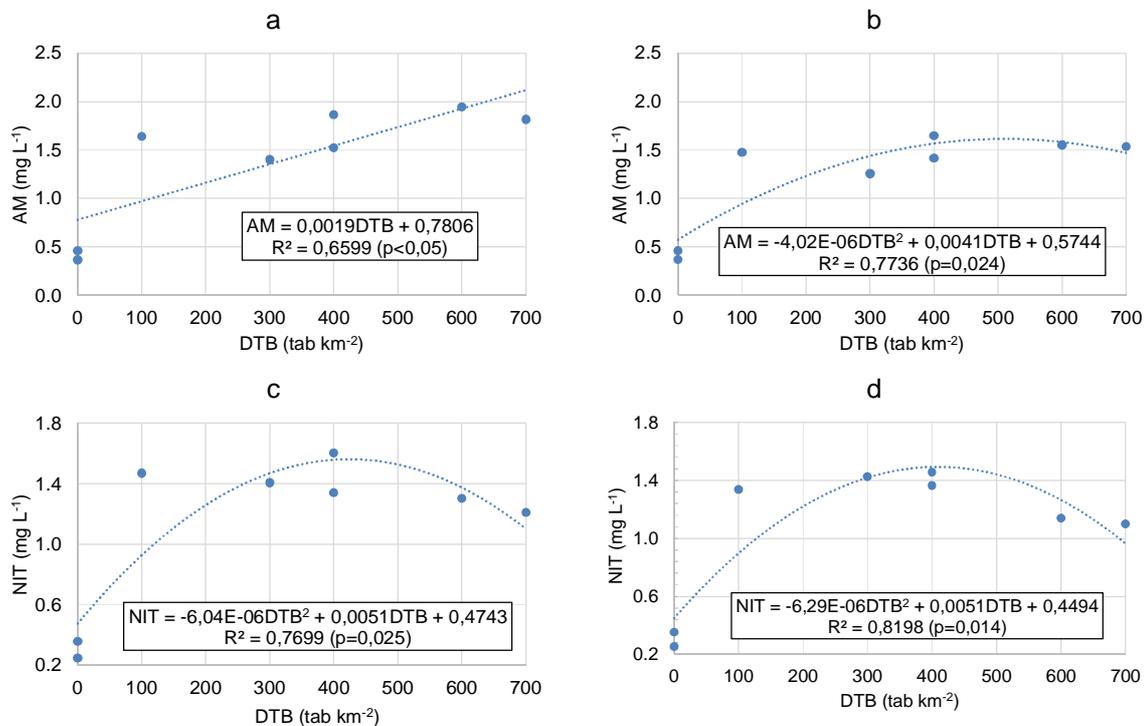


Figura 7: Resposta da concentração de amônia (AM) e nitrito (NIT) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.
Fonte: O autor, 2014.

Quando comparada com as áreas isentas de tablados, as concentrações de amônia e nitrito esperadas na máxima densidade de tablados são 170 e 133% maiores no período de liberação da pesca e 157 e 109% menores no período de proibição da pesca.

No caso da amônia, a significância com a densidade de tablados está relacionada com o uso de cevas e o lançamento de resíduos sanitários, pois sua alta

concentração é resultado da decomposição da matéria orgânica (UNEP, 1996). Já o nitrito é resultado da oxidação do amônio NH_4^+ pelas bactérias *Nitrosomonas* e redução anaeróbica da amônia não ionizada (NH_3) (QUEIROZ; BOEIRA, 2007) e, em altas concentrações na água, pode induzir a perda da função de transporte do oxigênio, causando, em massa, a mortalidade de peixes (FAO, 2013).

Segundo Queiroz e Boeira (2007), considerando que, praticamente, 89% do nitrogênio amoniacal são encontrados na forma não ionizada (NH_3), concentrações que variam de 0,6 a 2,0 mg L^{-1} são tóxicas para a maioria das espécies de peixes cultivadas em curtos períodos de exposição. Para FAO (2013), dependendo da espécie de peixe, a forma amoniacal NH_3 na concentração de 0,02 mg L^{-1} pode causar estresse crônico para peixes, culminando com a mortalidade na concentração de 0,4 mg L^{-1} .

Com relação às variáveis oxigênio dissolvido, DBO e DQO, também foram influenciadas significativamente pelo aumento da densidade de tablados (Figura 8). A concentração de oxigênio dissolvido esperada na densidade máxima de tablados observados (700 tablados km^{-2}) é de 2,2 mg L^{-1} nos períodos, inferior aos 4,2 mg L^{-1} esperados nas áreas isentas de tablados

As concentrações de DBO e DQO esperadas para a máxima densidade de tablados foram de 10,2 e 14,7 mg L^{-1} na proibição da pesca e de 9,0 e 13,5 mg L^{-1} na liberação da pesca.

Na máxima densidade de tablados observada, quando comparada com as áreas isentas de tablados, a redução proporcionada na concentração de oxigênio dissolvido foi de 45 e 57% para as épocas de liberação e proibição da pesca. Já para as concentrações de DBO e DQO, os aumentos proporcionados foram, respectivamente, de 92 e 146% para a época de liberação de pesca e de 169 e 237% para a época de proibição da pesca.

Os níveis de oxigênio dissolvido na água podem ser influenciados pela quantidade de matéria orgânica (decomposição por micro-organismos) e pela altitude e temperatura local (solubilidade dos gases no líquido) (EIGER, 2003). Assim, o incremento de matéria orgânica na água, ocasionado pelo uso excessivo de cevas e despejo de resíduos sanitários sem tratamento, explica a correlação significativa obtida entre a densidade de tablados e as variáveis relacionadas ao oxigênio.

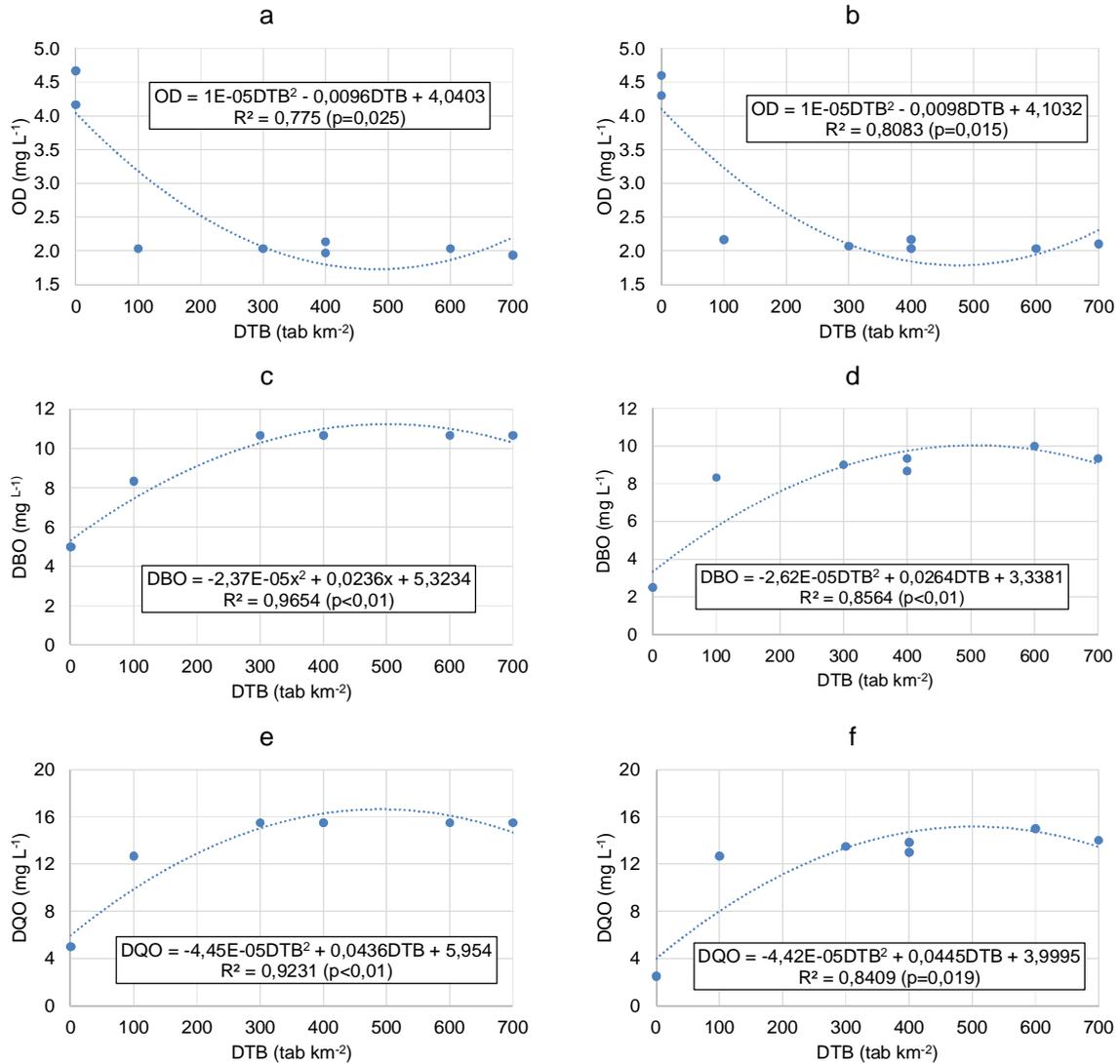


Figura 8: Resposta da concentração de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a”, “c” e “e”) e proibição (“b”, “d” e “f”) da pesca.

Fonte: O autor, 2014.

A concentração de óleos e graxas também foi influenciada significativamente pela densidade de tablados (Figura 9). As concentrações esperadas para a máxima densidade de tablados são de 5,6 e 5,3 mg L⁻¹, respectivamente, para as épocas de liberação e proibição da pesca.

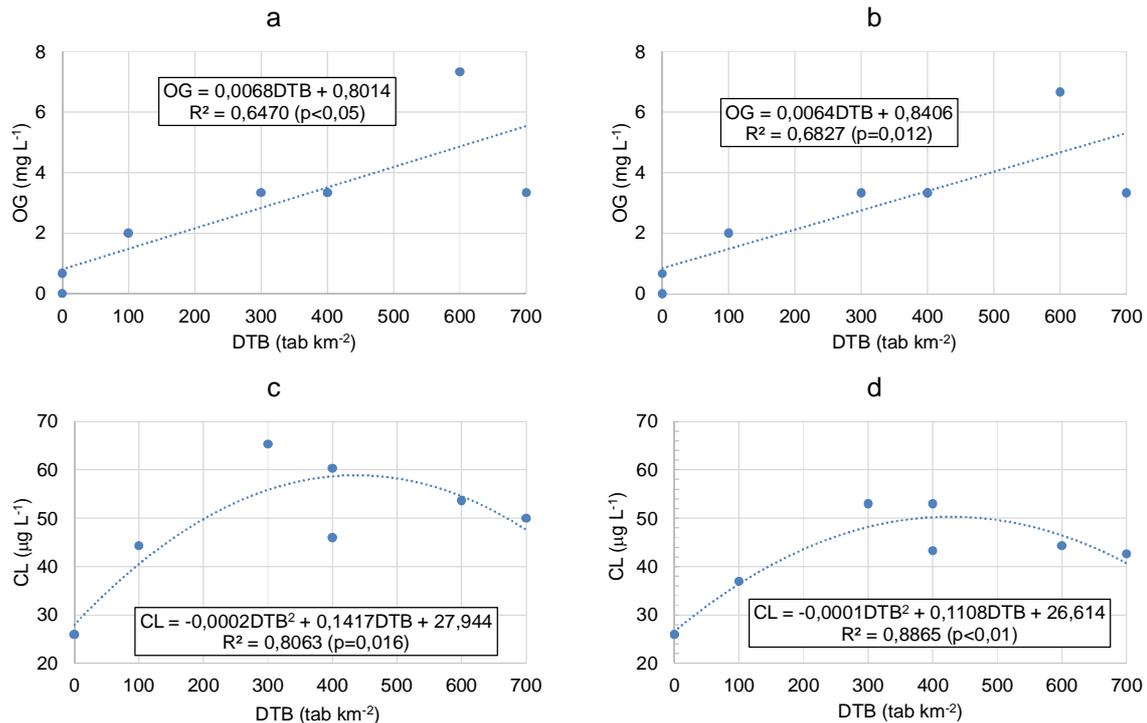


Figura 9: Resposta da concentração de óleos e graxas (OG) e clorofila “a” (CL) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca. Fonte: O autor, 2014.

As concentrações de óleos e graxas esperadas para densidade de 700 tablados km⁻² nas épocas de liberação e proibição de pesca foram 594 e 533% maiores do que nas áreas isentas de tablados. A significância observada com a densidade de tablados está relacionada com o uso de cevas e o lançamento de resíduos sanitários, já que os óleos e graxas são substâncias também originadas de resíduos de origem animal e vegetal (UNEP, 1996).

No caso da concentração de clorofila “a” (Figura 9c e 9d), sua significância com a densidade de tablados está relacionada com a presença de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, provocando eutrofização e toxidez na água (FAO, 2013). As concentrações esperadas para a máxima densidade de tablados observada são de 29,1 e 55,2g L⁻¹ nas épocas de liberação e proibição da pesca respectivamente. Os incrementos dessas áreas em relação às áreas isentas de tablados são de 4 e 107% nas épocas de liberação e proibição da pesca.

Ainda como pode ser observado na Figura 10, as concentrações de micro-organismos também apresentaram aumentos com a densidade de tablados. Na máxima densidade observada de tablados (700 tablados km⁻²), a concentração de

coliformes totais atingiu valores acima de 4.500 NMP (100 mL)⁻¹ nos dois períodos de pesca, enquanto a de coliformes termotolerantes superou 900 NMP (100 mL)⁻¹.

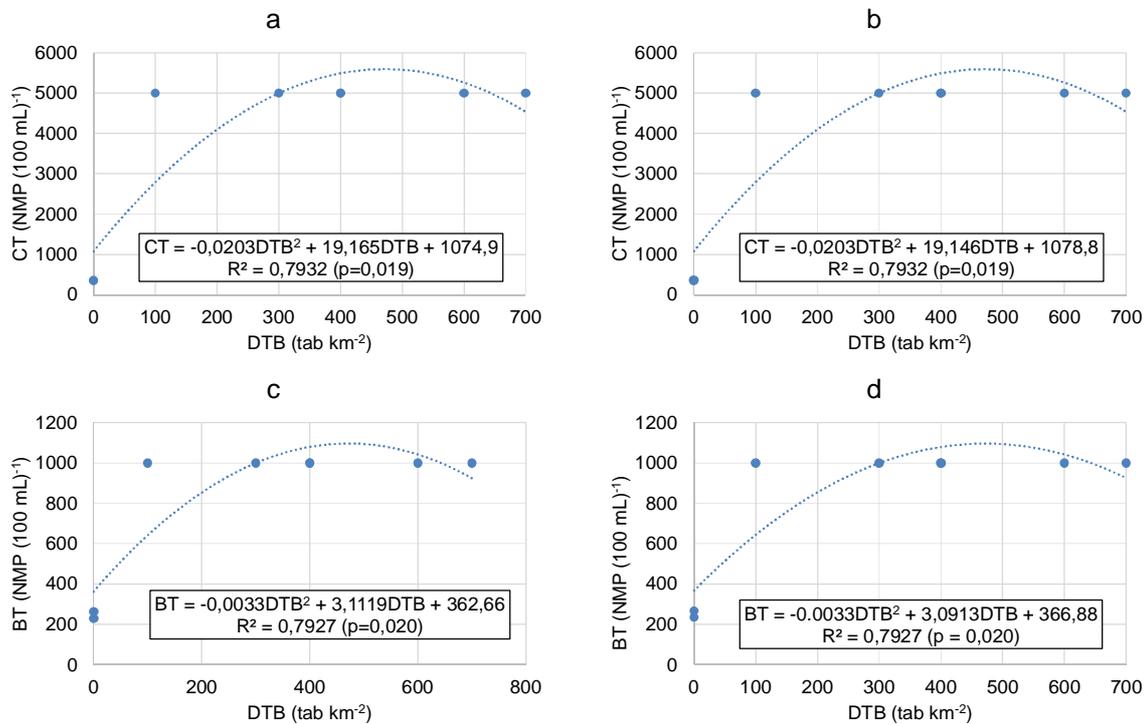


Figura 10: Resposta da concentração de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (BT) em função da densidade de tablados (DTB) nos períodos de liberação (“a” e “c”) e proibição (“b” e “d”) da pesca.

Fonte: O autor, 2014.

A alta correlação entre a presença dos tablados e a de coliformes totais e termotolerantes pode ser facilmente explicada pelo lançamento de resíduos sanitários sem tratamento, pois essas bactérias são componentes das fezes de animais de sangue quente (EDBERG et al., 2000).

De acordo com os modelos obtidos e considerando a variável mais impactada como limitante (neste caso, o oxigênio dissolvido), visando manter os padrões de qualidade de águas de classe 3 de 4,0 mg L⁻¹ (BRASIL, 2005), o número máximo de densidade de tablados deveria ser de 4 tablados km⁻² (aproximadamente 1 tablado por 25 hectares de espelho d’água, o que equivale a um quadrado de 158 por 158 m) (Figura 11).

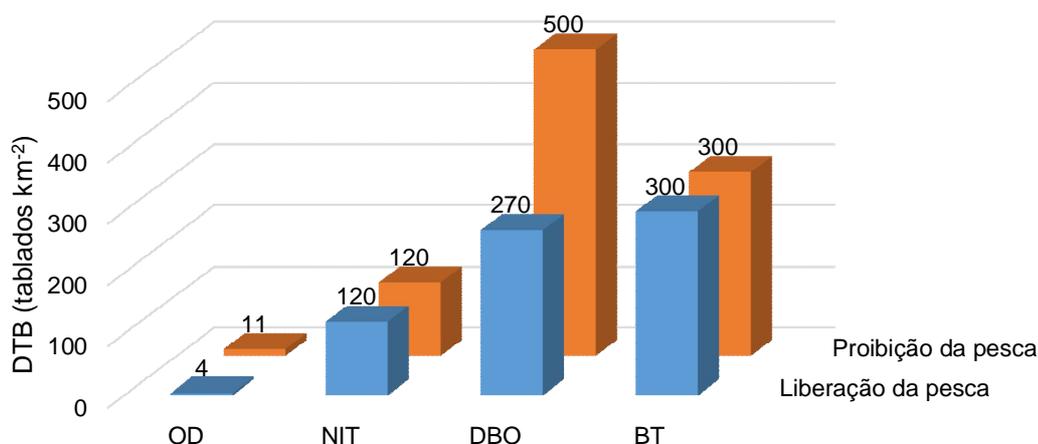


Figura 11: Número máximo de tablados para atingir o limite permitido para cada variável de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) nos períodos de proibição e liberação da pesca. Obs.: OD (concentração de oxigênio dissolvido), NIT (concentração de nitrito), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e BT (concentração de coliformes termotolerantes).
Fonte: O autor, 2014.

Na densidade de 4 tablados km^{-2} , para as demais variáveis, os valores esperados nas épocas de liberação e proibição da pesca, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores para as variáveis hídricas na densidade de 4 tablados km^{-2} nas duas épocas de pesca

Variável	Liberação da pesca	Proibição da pesca
TD (NTU)	2,88	2,92
CAP (Pt L^{-1})	2,98	3,02
CL (g L^{-1})	28,5	27,1
OD (mg L^{-1})	4,0	4,1
N (mg L^{-1})	0,85	0,69
NIT (mg L^{-1})	0,49	0,47
K (mg L^{-1})	0,05	0,18
ST (mg L^{-1})	58	53
AM (mg L^{-1})	0,79	0,59
OG (mg L^{-1})	0,83	0,87
DBO (mg L^{-1})	5,4	3,4
DQO (mg L^{-1})	6,1	4,2
CT (NMP L^{-1})	1151	1155
BT (NMP L^{-1})	375	379

Fonte: O autor, 2014.

Nessa situação, espera-se que todas as variáveis hídricas analisadas se mantenham dentro dos padrões de qualidade estabelecidos. Como pode ser observado, a atividade pesqueira com aglomeração acima de 4 tablados km^{-2} (neste caso, no máximo de 1 tablado em uma área de 158 por 158 m) já foi suficiente para impactar a qualidade de água, tornando-a inadequada com referência a águas de classe 3 (BRASIL, 2005).

Cabe ressaltar que as consequências podem ser negativas, inclusive para a própria atividade pesqueira, em função da redução do número de espécies de peixes, como apontam estudos realizados por Binet, Le Reste e Diouf (1995) e Scudder e Conelly (1985). Esses autores observaram que o aumento da concentração de sais e outros poluentes de diferentes origens provocam reduções significativas no número de espécies de peixes.

Assim, considerando os impactos observados e relatados neste trabalho, recomendam-se mais estudos para a definição da densidade máxima de tablados que esses ecossistemas modificados suportam, visando orientar futuros processos de licenciamento ambiental e buscar a sustentabilidade da atividade.

CONCLUSÃO

As variáveis impactadas pelo aumento da densidade de tablados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte - MG, tanto na época de liberação quanto na época de proibição da pesca, foram turbidez (TD), cor aparente (CAP), clorofila (CL), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio (N), nitrito (NIT), potássio (K), sólidos totais (ST), amônia (AM), óleos e graxas (OG), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (BT).

Das variáveis analisadas, a concentração de oxigênio dissolvido apresentou impacto menor pela atividade pesqueira em tablados, tornando-se inadequada a partir da densidade de 4 tablados km^{-2} (1 tablado por 25 hectares).

Recomendam-se mais estudos a fim de se definirem os limites máximos sustentáveis de densidade de tablados com finalidade pesqueira em reservatórios de usinas hidrelétricas, visando orientar os processos de licenciamento ambiental e a própria atividade pesqueira.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO-JR, H. F.; PETRERE-JR, M. **Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries.** In: COWX, I. G. **Rehabilitation of freshwater fisheries.** London : Fishing New Books, 1994. p. 171-184.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil.** Maringá, PR : EDUEM, 2007.
- APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater.** 21st ed. Washington : ALPHA, 2005.
- BACCARIN, A.E.; CAMARGO, A.F.M. Characterization and evaluation of the impact of feed management on the effluents of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Culture Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 81-90, 2005.
- BINET, D.; LE RESTE, L.; DIOUF, P. S. The influence of runoff and fluvial outflow on the ecosystems and living resources of West African coastal waters. In: FAO Marine Resources Service, Fishery Resources Division. Effects of riverine inputs on coastal ecosystems and fisheries resources. **FAO Fisheries Technical Paper**, FAO, Rome, n. 349, 1995. 133p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518/GM**, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 13 set. 2014.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 357/2005**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 02 dez. 2014.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n. 11.959/2009**, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm>. Acesso em: 03 ago. 2014.
- _____. Ministério da Pesca e Aquicultura. Pesca no Brasil. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011.** Brasília : MPA, 2011. 59p.

_____. Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília : ANA, 2013. 432p.

_____. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Pesca no Brasil**. Brasília : MPA, 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/pesca>>. Acesso em: 25 set. 2014.

_____. Ministério da Pesca e Aquicultura. Apresentação do Plano Safra. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/files/Docs/Planos_e_Politiclas/Plano%20Safra%28Cartilha%29.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

CARDOSO, Eduardo Schiavone. **Pescadores artesanais: natureza, território, movimentos sociais**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2001.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Qualidade da água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 05 set. 2014.

EDBERG, S. C.; RICE, E. W.; KARLIN, R. J. et al. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, p.1068-1168, 2000.

EIGER, S. Autodepuração dos cursos d'água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. **Reuso da água**. Barueri : Manole, 2003. p. 233-260.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Guidelines to control water pollution from agriculture in China**: decoupling water pollution from agricultural production. Rome : FAO, 2013. 197 p.

FAO/ONU (1995). Importância socioeconômica da atividade pesqueira. Disponível em: <www.onu.org.br/onu-no-brasil/fao/>. Acesso em: 03 maio 2014.

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, v. 23, n. 2, p. 203-214, 2005.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas - relato de caso. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2008.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. Population Dynamics of tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, in the Lower Amazon, Brazil. **Fisheries Management**, v. 3, n. 4, p. 315-333.

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

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 210, p.127- 138, 2006.

MARUYAMA, L. S. et al. Estudo da produção pesqueira do médio rio Tietê, nos anos de 2003 e 2004. **Série Relatórios Técnicos**, São Paulo, v. 42, p. 1-15, 2010.

MATO GROSSO DO SUL (estado). Decreto n. 1.210, de 03 de julho de 2012. Dispõe sobre a instalação de tablados flutuantes nos corpos hídricos do estado de Mato Grosso e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Mato Grosso**, 2012. 3 p.

MÜLLER, A.C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo : Makron Books, 1995.

PETRERE-JÚNIOR, M. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. **Lakes Reserv.: Res. Manage.**, v. 2, p. 111-133, 1996.

PICCOLO, M. A. M.; PINTO, C. A.; TEIXEIRA, E. C. Correlação entre sólidos em suspensão, cor e turbidez para a água captada no Rio Jucu - ES. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999.

PRONABIO – Programa Nacional da diversidade Biológica. Avaliação e identificação de ações prioritárias para a observação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade da Amazônia Brasileira. SEMINÁRIO CONSULTA DE MACAPÁ: recomendações dos grupos de trabalhos. WWF/MMA/BIRD, 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/> e <http://www.socioambiental.org/bio/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Boas práticas de manejo (bpms) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura. **Comunicado Técnico 44**. Jaguariúna : EMBRAPA, 2007. 5 p.

SANTOS, G. B. **Estrutura das comunidades de peixes de reservatórios do sudeste de Brasil, localizados nos rios Grande e Paranaíba, bacia do Alto Paraná**. 1999. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, SP, 1999.

SCUDDER, T.; CONELLY, T. Management 1985 systems for riverine fisheries. **FAO Fish.Tech. Pap.**, n. 263, 85 p.

SENTELHAS, P. C. et al. **Banco de dados climáticos do Brasil**. Monitoramento por satélite. Brasília : Embrapa, 2003. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 15 set. 2014.

SPIRELLI, L. de C.; BEAUMORD, A. C. Formulação de uma hipótese global de situação de impacto para o parque industrial pesqueiro instalado em Itajaí e Navegantes, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, p.380-384, 2006.

TACON, A.G.J.; FOSTER, I.P. Aqua feeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, v. 226, p. 181-189, 2003.

TARCITANI, F. C.; BARRELLA, W. Conhecimento etnoictiológico dos pescadores desportivos do trecho superior da Bacia do Rio Sorocaba. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 2, p.1-28, 2009.

TEIXEIRA, E. C.; SENHORELO, A. P. Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Porto Alegre, 2000.

TOVAR, A.; MORENO, C.; MÁNUEL-VEZ, M. P.; GARCÍA-VARGAS, M. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. **Water Resource**, v. 34, n. 1, p. 334-342, 2000.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos. In: **Ecologia de Reservatórios**, Botucatu, SP : FAPESP/FUNDIBIO, 1999. 779 p.

_____. 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.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. London : UNEP, 1996. 651p.

VASCONCELOS, V. de M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 305-324, 2011.