



Secretaria de
Educação Profissional
e Tecnológica

Ministério da
Educação



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MODALIDADE PROFISSIONAL

**IMPACTO DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA
E DA ICTIOFAUNA DA REPRESA DE JUTURNAÍBA – SILVA
JARDIM – RJ (BRASIL)**

MARLA REGINA DOMINGUES DE MORAIS

MACAÉ/ RJ

2016

MARLA REGINA DOMINGUES DE MORAIS

**IMPACTO DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA
E DA ICTIOFAUNA DA REPRESA DE JUTURNAÍBA – SILVA
JARDIM – RJ (BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, modalidade Profissional, na área de concentração em Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, área de atuação Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos.

Orientador: Professor D. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira (Engenharia Agrícola).

Coorientador: Professor D. Sc. Manildo Marcião de Oliveira (Ciências).

MACAÉ/ RJ

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M827i Morais, Marla Regina Domingues de.
Impacto da ação antrópica sobre a qualidade da água e da
ictiofauna da represa de Juturnaíba, Silva Jardim, RJ
(Brasil)/ Marla Regina Domingues de Morais. – Macaé, RJ, 2016.
98 f.: il. color.

Orientador: Vicente de Paulo Santos de Oliveira.
Coorientador: Manildo Marcião de Oliveira.

Dissertação (Mestrado). – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em
Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Água - Qualidade - São João (RJ), Rio, Bacia. 2.
Juturnaíba, Reservatório de (RJ). 3. Gestão ambiental. 4.
Recursos hídricos - Silva Jardim (RJ). 5. Água - Uso - Silva
Jardim (RJ). I. Oliveira, Vicente de Paulo Santos de, orient.
II. Oliveira, Manildo Marcião de, coorient. III. Título.

CDD 628.161098153 23.ed.

Dissertação intitulada “Impacto da Ação Antrópica sobre a Qualidade da Água e da Ictiofauna da Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ (Brasil)”, elaborada por Marla Regina Domingues de Moraes e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em 04 de agosto de 2016.

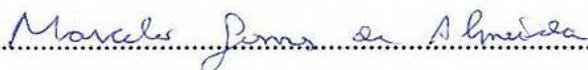
Banca Examinadora:



Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense –IFF –Orientador



Manoel Marcião de Oliveira, Doutor em Ciências – Área de Concentração: Biociências Nucleares/ Universidade Estadual do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF



Marcelo Gomes de Almeida, Doutor em Biociências e Biotecnologia / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/ UENF

DEDICATÓRIA

Ao meu Criador, Rei do Universo, por tudo que sou e tenho, especialmente pela minha família e pela conquista desse sonho a muito acariciado.

Aos meus pais Jaime e Marly Domingues, Doutores da vida, pelo amor e pela dedicação para que eu e meus irmãos tivéssemos educação de qualidade.

Ao meu esposo, Marcelo Macedo de Moraes, pelo companheirismo, pelo apoio, pela paciência e por compreender os momentos que embora estivesse perto, me encontrava tão longe, nos momentos intensos de leitura e escrita.

Ao Douglas Otávio Domingues de Moraes, meu filho amado, pelo companheirismo, pelo apoio, por existir e tornar minha vida mais completa.

Aos meus queridos irmãos Regiane Domingues e Jaime Filho Domingues por todo apoio, força e certeza de que eu conseguiria.

A minha sogra Maria Ilda M. de Moraes e meus cunhados, em especial Marta e Marcos Moraes, por torcerem por mim todo o tempo.

A minha irmã Jeruze Joaquina Domingues (*in memorian*) que lá do céu, está a todo o momento cuidando, torcendo e me ajudando mesmo não podendo ser vista nem tocada, permanece ao meu lado sempre intercedendo por mim junto ao Pai. Muito obrigada e eternas saudades!!!

AGRADECIMENTOS

Ao meu Criador, por me dar forças em todos os momentos da minha vida e em especial por me sustentar apesar do sono e do cansaço em todas as inúmeras madrugadas de muita leitura e escrita e, por ter mantido em mim, a certeza de que era uma necessidade, que valeria a pena, pois o resultado seria de grande valia para a bacia hidrográfica e, em especial, para Silva Jardim, o meu município.

Ao meu orientador, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, pelo conhecimento compartilhado, pelas horas de dedicação e pela construção de uma amizade pra vida e em especial, por todo suporte na realização desse trabalho.

Ao meu coorientador, Manildo Marcião de Oliveira, pela troca de experiência, pela competência, pela amizade, por todo suporte na realização desse trabalho e, acima de tudo, por termos escrito o segundo artigo a quatro mãos, priorizando minha pesquisa apesar de ter outro orientando. Todo o agradecimento que lhe fizer, será pouco.

Ao Instituto Federal Fluminense pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental e por todo auxílio disponibilizado na realização dessa pesquisa.

A todos os funcionários do Polo de Inovação Campo dos Goytacazes (PICG), em especial ao professor Dadau e a equipe de trabalho de campo: Charles, Gabriel e todos os motoristas do Campus, por tratarem tão bem os alunos de pesquisa do Instituto Federal Fluminense (IFF) e todos os demais parceiros.

Ao LCA/CBB da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e em especial ao professor Marcelo Almeida (UENF), pela parceria na análise de metais em peixes.

A equipe do tucunaré do Laboratório Leman, do IFF Cabo Frio, Murilo, Nayara e Clarisse, e a equipe das artêmias, por todo apoio nas análises e coletas de peixes para minha pesquisa.

A toda a equipe do LabFoz do Polo de Inovação, especialmente a Carolina, Annelize, Artur e Thiago por todo apoio dado nas análises de água.

Aos professores do mestrado em Engenharia Ambiental do IFF, em especial ao professor José Augusto, ao Marcos Cruz e a professora Maria Inês pelo exemplo de dedicação, competência e pela amizade.

Aos meus amigos da vida e aos da turma de mestrado, que direta ou indiretamente auxiliaram na realização deste trabalho, em especial a Thais Alencar, minha companheira de estrada, e ao Ramon, a Talita e ao Stinio.

Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente e as secretárias de Educação Kátia Peixoto e Claudia Sueli e especialmente a Subsecretária de Educação Regina, sem o apoio dela, eu nem teria chegado ao curso.

Aos meus amigos de trabalho do: Meio Ambiente, em especial ao Jaime; do Turismo - Hugo Leonardo e Jocenildo; do C. E. Indaiáçu - as diretoras Glorinha e Patrícia e todos os demais amigos; da E. M. Lucilândia – a diretora Esmelinda e demais colegas de trabalho, por todo apoio que me deram nessa fase intensa de minha vida.

Aos meus amigos, Denise Spiller (dinda de ideias/ recém-aposentada) e Artur Andrade do Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), por todo apoio e suporte para minha entrada nesse curso.

A minha amiga Carolina Dom, recém-chegada ao CILSJ, mas amiga de caminhada na área ambiental, pelo apoio com materiais.

A minha amiga Aline Oliveira da Rebio União, quando ainda era do CILSJ, e a Susi do Parque dos Pássaros – Rio das Ostras, ambas por todo apoio e suporte para minha entrada nesse curso.

Ao meu amigo Luiz Paulo Ferraz, da Associação Mico-Leão-Dourado, pelo apoio e liberação de arquivos para compor a pesquisa.

Aos meus amigos Gustavo Luna, Zoraide e Rafael Puglia e Rodrigo Mayerhofer, do ICMBio, por todo apoio, torcida e liberação de minha entrada na Rebio Poço das Antas no período de coleta da água.

A Rebio e a AMLD pela acolhida e recebimento de minha Defesa de Dissertação no Auditório Ademar Faria Coimbra, na sede da Rebio e Centro Educativo da AMLD.

A amiga Denise Klein pelo apoio, sugestão e torcida.

Ao meu amigo Valben, pela acolhida em sua propriedade, quando necessitamos de novo acampamento para que os procedimentos de coletas de peixes vindo do rio São João pudessem ser realizados.

A Associação de Pescadores de Juturnaíba, em especial a Jurema, por todo apoio.

Ao Luis “Barriga” de Aldeia Velha, por ter sugerido o pescador Bal para auxiliar na pesquisa. E finalmente, ao pescador “Bal”, pessoa fundamental nessa pesquisa, pois sem a sua imensa ajuda e boa vontade, a coleta de peixes não teria sido realizada. Sou muito admiradora do amor, cuidado e preocupação que ele tem com a represa.

Agradeço ainda aos amigos que por ventura tenha deixado de citar os nomes.

A todos vocês o meu MUITO OBRIGADA!!!

“Embora o Brasil ostente a maior descarga de água doce do mundo nos seus rios, quando estes secarem ou só transportarem esgotos não tratados das nossas cidades, já não será possível produzir alimentos, plantar árvores e o dinheiro do bolso de pouco valerá”.

(REBOUÇAS, 2004)

RESUMO

A Represa de Juturnaíba é o maior manancial de água doce da bacia do Rio São João. Tem como principais afluentes os rios São João, Capivari e Bacaxá. Como fornecedora de água para os quase 600 mil moradores e cerca 1.500.000 de turistas em estação de alta temporada de toda a região dos Lagos Fluminense, necessita de um olhar mais cuidadoso por parte de todo aquele que lhe faz uso, seja para fornecimento de água, seja para usos de contato primário ou secundário. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade de água existente no reservatório de Juturnaíba através de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas a montante nos rios São João, Capivari e Bacaxá com as análises feitas à jusante, identificando a hidrodinâmica do mesmo; trazer os resultados do monitoramento de metais traço e de biomarcador de efeito neurotóxico na espécie *Ciclha orinocensis* na represa de Juturnaíba entre março de 2015 e abril de 2016, comparando com os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira e do Mercosul. Para a análise de água, foram feitas seis coletas em seis pontos estratégicos e analisados os parâmetros supracitados. Os ânions fluoreto, cloreto, nitrato, nitrito, fosfato, brometo e sulfato também foram analisados. Os parâmetros foram comparados com as resoluções CONAMA 274/2000, 357/2005 e com a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. O afluente com maiores restrições na qualidade da água para coliforme termotolerante foi o rio Capivari, bem como também apresentou alteração no oxigênio dissolvido. O rio com melhor qualidade da água foi o Rio São João, demonstrando boas condições para manter a vida aquática. A represa de Juturnaíba devolve ao baixo rio São João águas que poderiam ser classificadas como excelente pela Resolução CONAMA 274. O Pagamento por Serviços Ambientais é uma prática crescente em várias partes do país. Diante da importância que a bacia tem na região, sua implantação foi proposta. Para a análise de peixes, foram feitas três coletas na represa de Juturnaíba e uma no rio São João (local de referências). O pH da água da represa mostrou-se dinâmico entre 2001 e 2016: em 2001 era neutro a alcalino e, na presente pesquisa, mostrou-se neutro a ácido. O pH ácido é ótimo para a biodisponibilização do metal alumínio. Em duas das coletas de peixe o fator de condição foi alométrico positivo. Na coleta de setembro/2015, o fator de condição foi alométrico negativo, indicando perda de hígidez nesse período. O índice hepatossomático não variou. A AChE cerebral do tucunaré não apresentou diferença com significância estatística, diferentemente da muscular. Foram analisados os metais Al, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn e As. O Zn, Sr, Al e Fe foram os metais que apresentaram maior concentração no músculo do

tucunaré. A represa necessita de cuidados imediatos para que o seu tempo de vida útil seja mantido.

ABSTRAT

The Juturnaíba Dam is the largest freshwater source of the St. John River basin. Its main tributaries of the rivers St. John, Capivari and Bacaxá. As a supplier of water to nearly 600,000 residents and about 1,500,000 tourists in high season season across the region of the Lagos Fluminense, you need a closer look by all that do you use, or to supply water, to be primary or secondary contact uses. The objective of this research was to evaluate the quality of water in the reservoir Juturnaíba through physical, chemical and microbiological analyzes upstream in rivers St. John, Capivari and Bacaxá with the analysis carried downstream by identifying the hydrodynamics of the same; bring the results of the trace metals monitoring and biomarker neurotoxic effect on species *Ciclha orinocensis* the dam Juturnaíba between March 2015 and April 2016, compared to the parameters established in the Brazilian legislation and Mercosur. For water analysis, it was made six collections in six strategic points and analyzed the above parameters. The fluoride anions, chloride, nitrate, nitrite, phosphate, hydrobromide and sulfate were also analyzed. The parameters were compared to the CONAMA 274/2000 resolutions 357/2005 and the Order 2914/2011 of the Ministry of Health. The affluent with greater restrictions on water quality for thermotolerant coliform was the Capivari river, and also had abnormal Dissolved oxygen. The river with better water quality was the St. John River, demonstrating good condition to maintain aquatic life. The Juturnaíba Dam returns to the lower Rio São João waters that could be classified as excellent by CONAMA Resolution 274. The Payment for Environmental Services is a growing practice in many parts of the country. Given the importance that the basin has in the region, its implementation was proposed. For the analysis of fish, we were made three collections in Juturnaíba Dam and in the São João (local references). The pH gives water dam proved dynamic between 2001 and 2016: in 2001 was neutral to alkaline and, in this research, it proved to be neutral to acid. The acid pH is great for bioavailable aluminum metal. In two of the collections the fisher condition factor was allometric positive. In collecting September / 2015, condition factor was negative Allometric, indicating loss of healthiness that period. The hepatossomatic index did not change. The cerebral tucunaré AChE showed no statistically significant difference, unlike muscle. Al metals were analyzed, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn and As. Zn, Sr, Al, Fe were the metals with the highest concentration in tucunaré muscle. The dam needs immediate care for your lifetime is maintained.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1 – Impacto da Ação Antrópica na Qualidade da Água da Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ

Figura 1: Fig. Mapa da região de monitoramento ambiental – Em vermelho, ponto de coleta na Represa de Juturnaíba (P1) e em amarelo, pontos de coleta nos Rios São João (P2), Capivari antes da ETE (P3), Capivari após a ETE (P4), Bacaxá (P5) e Foz (P6). Adaptado do Relatório Qualidade das Águas do Rio São João 04/2014. CBH Lagos São João.....10

Artigo 2 - Análise de Metais Traço e Biomarcador de Efeito Neurotóxico em *Cichla orinocensis* (Humbolt, 1821) Capturados na Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ – Brasil

Figura 1: Bacia Hidrográfica do rio São João36

Figura 2: Índices Somáticos: Fator de Condição e Índice Hepatosomático da espécie *Cichla orinocensis* coletada na represa de Juturnaíba e no rio São João (local de controle).....39

Figura 3: Relação da quantidade de Proteína e Peso Úmido da Atividade específica da AChE em cérebro de *Cichla orinocensis*.....40

Figura 4: Atividade específica da AChE em músculo (análise de proteína e de peso úmido) de *C. orinocensis*.....40

Figura 5: Análise de metais traço realizada em músculo de *Cichla orinocensis*.42

LISTA DE TABELAS

Artigo 1 – Impacto da Ação Antrópica na Qualidade da Água da Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ

Tabela 1: População Total dos Municípios e Concessionária Responsável pelo Abastecimento.....07

Tabela 2: Ensaio das Coletas dos Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das águas da Represa de Juturnaíba (P1) e dos rios São João (P2), Capivari antes da ETE (P3), Capivari após a ETE (P4), Bacaxá (P5).....19

Tabela 3: Ensaio das Coletas de Ânions das águas da Represa de Juturnaíba (P1) e dos rios São João (P2), Capivari antes da ETE – (P3), Capivari após a ETE – (P4), Bacaxá (P5).....20

Artigo 2 - Análise de Metais Traço e Biomarcador de Efeito Neurotóxico em *Cichla orinocensis* (Humbolt, 1821) Capturados na Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ – Brasil

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos da Represa de Juturnaíba e do rio São João.....38

Tabela 2: Concentração de metais traço encontrados no músculo da espécie *Cichla orinocensis* coletada na represa de Juturnaíba (Jutur) e no rio São João (local de controle).....41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| Ach – acetilcolina | INEA: Instituto Estadual do Ambiente |
| AchE – acetilcolinesterase | LabFoz: Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul |
| Al: alumínio | Ls: comprimento padrão |
| ANA: Agência Nacional de Águas | Lt: comprimento total |
| APA: área de proteção ambiental | Mn: Manganês |
| As: arsênio | MMA: Ministério do Meio Ambiente |
| Ba: bário | MPRJ: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro |
| CBH: Comitê de Bacias Hidrográficas | Ni: níquel |
| Cd: cádmio | NMP: Número Mais Provável |
| CE: Condutividade Elétrica | NTU: unidades nefelométrica de turbidez |
| CF: fator de condição | OD: Oxigênio dissolvido |
| CILSJ: Consórcio Intermunicipal Lagos São João | Pb: chumbo |
| CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente | pH: Potencial Hidrogeniônico |
| DNOS: Departamento Nacional de Obras e Saneamento | RPPNs: Reservas Particulares do Patrimônio Natural |
| ETE: Estação de Tratamento de Esgoto | SISBIO: Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade |
| ha: hectare | Sr: Estrôncio |
| IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis | TDS: Sólidos Totais Dissolvidos |
| IBDF: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal | TNB: ácido tionitrobenzóico |
| IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística | UPEA: Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental |
| ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade | Zn: Zinco |
| IHS: Índice hepatossomático | |

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO..... | vi |
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | ix |
| 1 APRESENTAÇÃO | 1 |
| | |
| 2 ARTIGO CIENTÍFICO I | 3 |
| IMPACTO DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA E DA ICTIOFAUNA DA REPRESA DE JUTURNAÍBA – SILVA JARDIM – RJ (BRASIL) | |
| Introdução | 4 |
| O Município de Silva Jardim e a Bacia Hidrográfica do Rio São João: os Principais Rios e a Represa da Juturnaíba..... | 6 |
| Monitoramento da Água: O Reservatório como um Grande Laboratório a Céu Aberto..... | 9 |
| Discutindo a Ação Antrópica na Bacia Hidrográfica..... | 11 |
| Conclusão. | 23 |
| Referências Bibliográfica | 24 |
| | |
| 3 ARTIGO CIENTÍFICO II | 31 |
| ANÁLISE DE METAIS TRAÇO E BIOMARCADOR DE EFEITO NEUROTÓXICO EM <i>Cichla orinocensis</i> (Humbolt, 1821) CAPTURADOS NA REPRESA DE JUTURNAÍBA – SILVA JARDIM – RJ – BRASIL | |
| Introdução | 33 |
| Material e Método | 35 |
| Resultados | 38 |
| Discussão | 42 |
| Conclusão | 48 |
| Perspectivas | 49 |
| Referências Bibliográficas | 49 |
| ANEXOS..... | 59 |

1 APRESENTAÇÃO

A Bacia do rio São João tem em seu domínio a represa de Juturnaíba, único manancial de água doce com vazão suficiente para abastecimento de toda a Região dos Lagos Fluminense. A falta de planejamento quanto ao uso do manancial, pode afetar fortemente esse recurso hídrico, pois em períodos de alta temporada, o crescimento populacional na região ocasionado pelo turismo promove o aumento da demanda pela água, bem como eleva a poluição hídrica, afetando dessa forma a biota aquática.

No ano de 2013, Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ/2013) através da Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva do Núcleo Araruama, expõe que o reservatório apresenta-se assoreado em vários pontos dificultando até mesmo o uso de embarcações em alguns locais, ilhas de gigogas ocupam boa parte de sua área, indicando possibilidade da presença de nitrogênio e fósforo em quantidade excessiva no local, mortandade de peixes pela diminuição de oxigênio dissolvido, introdução de espécies exóticas (tucunaré e bagre africano), entre outros impactos negativos ocasionados pela ação antrópica, em especial pela falta de cuidados básicos apresentados pelo DNOS (órgão federal já extinto) no período da construção da represa. De acordo com o MPRJ (2013) “[...] *Em março de 2007, chegou ao Ministério Público notícia do IBAMA no sentido de que as Concessionárias Águas de Juturnaíba e a Prolagos estariam lançando efluentes do sistema de tratamento de água diretamente no reservatório. O sulfato de ferro e alumínio contidos nos resíduos do processo de decantação, lançados no reservatório, estariam ocasionando o assoreamento das áreas de lançamento, além do risco de contaminação química de peixes. Um laudo técnico produzido pela própria Prolagos teria comprovado a presença de elementos e substâncias químicas em quantidades superiores aos limites legais*”.

Dado o contexto, as análises dos parâmetros indicadores da qualidade da água são fundamentais para o estudo em questão, pois segundo Braga (2005), dependendo das substâncias existentes na atmosfera, na litosfera, da vegetação e de outros fatores intervenientes, as principais variáveis que caracterizam a qualidade da água exibirão valores diferentes.

Igualmente torna-se necessária a realização de testes de toxicidade por metais pesados, por meio de biomarcadores em peixes. Segundo Decaprio (1997), biomarcadores são indicadores

biológicos que evidenciam efeitos decorrentes de exposição a um agente estressante, podendo ser interpretado como um episódio de adaptação não patogênico ou como séria alteração de um episódio funcional, dependendo da toxicocinética e do modo de ação do estressor. A preocupação em realizar esses testes, além do supracitado pelo MPRJ, se deu devido à existência de dois lixões desativados há pouco tempo próximos aos afluentes do reservatório. Um localiza-se no município de Silva Jardim, no bairro do Goiabal, próximo a um córrego que desemboca no reservatório e está desativado cerca de cinco anos. O outro está situado no bairro Lavras, no município de Rio Bonito, próximo ao rio Bacaxá, um dos principais afluentes da Represa, desativado em abril de 2014. Outro forte motivo está relacionado ao Projeto Juturnaíba Viva, desenvolvido pela Associação Mico-Leão-Dourado tendo como um dos objetivos o monitoramento das águas da Represa de Juturnaíba, entre abril de 2010 e fevereiro de 2011, ter encontrado concentrações dos metais Ferro e Alumínio em valores superiores ao máximo permitido na Resolução CONAMA 357/2005.

A pesquisa tem como objetivo geral fazer a avaliação da qualidade de água e da contaminação da ictiofauna por metais pesados na represa Juturnaíba. Apresenta como objetivos específicos: Comparar análises físico-químicas e microbiológicas a montante dos rios São João, Capivari e Bacaxá com as análises feitas à jusante, próximos a desembocadura na represa de Juturnaíba, analisando a influência desses usos na qualidade da água do reservatório; Analisar a presença de toxicidade por metais pesados nas águas da represa e dos rios São João, Bacaxá e Capivari, por meio de biomarcadores em peixes; e, identificar como se apresenta o seu metabolismo.

Para o desenvolvimento da pesquisa para o 1º Artigo, foram realizadas análises da água da Represa de Juturnaíba e dos rios São João, Capivari e Bacaxá. Foram considerados os seguintes parâmetros da qualidade da água: físicos (turbidez, temperatura e sólidos totais), químicos (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido) e microbiológicos. Além desses, foram analisados os ânions fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, brometo, fosfato e sulfato.

Para o desenvolvimento do 2º artigo, foram aproveitadas as análises de água do primeiro artigo e montada uma tabela com os resultados dos parâmetros temperatura, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais e condutividade elétrica. Coletaram-se amostras de peixes da espécie Tucunaré (*Cichla orinocensis*), nos quais foram feitos os índices somáticos, ensaios colinesterase, análise estatística e análise dos metais Al, As, Cd, Cr, Cu, Ba, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr e Zn.

2 ARTIGO CIENTÍFICO I**IMPACTO DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA
DA REPRESA DE JUTURNAÍBA – SILVA JARDIM – RJ (BRASIL)¹****HUMAN ACTION IMPACT ON THE QUALITY OF WATER
JUTURNAÍBA DAM - SILVA GARDEN - RJ (BRAZIL)¹**

Marla Regina Domingues de Morais
Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense
Bióloga/Universidade Salgado de Oliveira

Vicente de Paulo Santos de Oliveira
Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa

Manildo Marcião de Oliveira
Doutor em Ciências/ Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Fazenda Mascate, S/Nº, Aldeia Velha, Silva Jardim, Rio de Janeiro,
Brasil. Cel.: (22) 99873-8967. E-mail: marlamrdomingues@gmail.com

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, aceita no Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego.

RESUMO

A Represa de Juturnaíba, localizada entre os municípios de Silva Jardim e Araruama, é o único manancial de água doce que abastece toda a Região dos Lagos Fluminense. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade da água do reservatório de Juturnaíba através de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas a montante nos rios com as análises feitas à jusante, identificando a hidrodinâmica do mesmo. Foram feitas seis coletas em seis pontos estratégicos. O afluente com maiores restrições na qualidade da água foi o rio Capivari. O rio com melhor qualidade da água foi o Rio São João.

Palavras-chave: Represa de Juturnaíba, qualidade da água, bacia do rio São João, bacia, CONAMA 357.

ABSTRACT

The Juturnaíba Dam, located between the municipalities of Silva Garden and Araruama, is the only fresh water source that supplies the entire Lakes Region Fluminense. The objective of this research was to evaluate the water quality of the reservoir Juturnaíba through physical, chemical and microbiological analyzes upstream in rivers with the analysis carried downstream by identifying the hydrodynamics of it. Six collections were made in six strategic points. The affluent with greater restrictions on water quality was the Capivari. The river with better water quality was the St. John River.

Key- words: Juturnaíba Dam, water quality, river basin St. John basin, CONAMA 357.

1 INTRODUÇÃO

O retorno às raízes das perspectivas dos cosmos, da existência e do território que representam a bacia hidrográfica permite uma compreensão holística, sistêmica e enraizada de nosso relacionamento com a água, contribuindo na ampliação e fortalecimento do nosso sentido de pertencimento, abrindo as cortinas para um horizonte igualmente propício à gestão compartilhada (direitos e deveres comuns, ainda que diferenciados) e cooperativa dos recursos hídricos (PAULA JÚNIOR, 2014). Essa gestão compartilhada se evidencia na

criação e ação dos Comitês de Bacias, no objeto de estudo, o CBH Lagos São João criado em 2004, que detém a represa de Juturnaíba.

Porto-Gonçalves (2011) discorre que a água não pode ser gerida ou tratada isoladamente, como se fosse um tema somente para especialistas. Segundo ele, “a água tem que ser pensada enquanto território, isto é, enquanto inscrição da sociedade na natureza”. Compreender que o território de uma bacia hidrográfica representa uma tipologia espacial e que “um mesmo espaço é palco de vários territórios”, ou seja, “são territorialidades em disputa, que expressam diferenças de poder, de perspectiva, de desejo e de projeto” (FERRARO, 2007), nos auxilia na dimensão da complexidade da governança e dos desafios da cooperação hídrica numa perspectiva integradora, democrática, inclusiva, plural, participativa e sustentável da água. Visto que, ao fazermos usos múltiplos da bacia hidrográfica torna-se necessário que seus pares cooperem entre si para melhor e mais prolongado uso da mesma, pois a ação de um afetará mesmo que tardiamente o outro.

Garjulli (2009) lembra que a bacia hidrográfica “como referência métrica, biofísica ou ecossistêmica, não é suficiente para dar coesão social e política aos vários grupos ali inseridos”. A represa de Juturnaíba, principal manancial de água doce da bacia do rio São João, possui diferentes grupos sociais (moradores urbanos, populações tradicionais, assentados agrários, entre outros) ocupando seu espaço territorial e fazendo diferentes usos dos mesmos. Neste sentido, a autora dá enfoque na importância de se trabalhar a “construção simbólica” da bacia hidrográfica.

Segundo Lugon *et al.* (2008), a qualidade da água relaciona-se diretamente ao uso que lhe for imputado, bem como com a ocupação da bacia hidrográfica na qual está inserida, ficando sujeita às condições naturais e a interferências antrópicas. A percolação das águas da chuva e o escoamento superficial, mesmo em ambientes não alterados pelo homem, podem alterar a qualidade dos lençóis subterrâneos e da água superficial lixiviando minerais e metais existentes na cobertura e na composição dos solos regionais.

Embora os recursos hídricos sejam fundamentais para a manutenção da vida no planeta e ocupem grande importância em diferentes setores da sociedade, pode ser observado comprometimento tanto nos aspectos quantitativos quanto nos qualitativos. Incontáveis desflorestamentos, obras sem planejamento ambiental como construção de canais e barragens, as quais resultam em modificações do sistema hídrico natural e, conseqüentemente, na oferta desse recurso, são bons exemplos de interferências quantitativas. O lançamento de efluentes industriais e domésticos, a poluição do ar e do solo, que trazem como consequência a

contaminação dos cursos d'água são bons representantes de interferências qualitativas (SANTANNA; MENDONÇA, 2011).

A partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9433/97 e das Resoluções CONAMA 01/1986, 274/2000 e 357/2005, possibilitou-se a classificação dos recursos hídricos de acordo com os seus usos preponderantes, estabelecendo dessa forma, a qualidade mínima necessária para que certo corpo hídrico apresente em atendimento ao uso que lhe foi imputado. Logo, tornou-se fundamental o monitoramento e o diagnóstico da qualidade das águas dos corpos hídricos, objetivando ações protetivas e conservacionistas.

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade de água existente no reservatório de Juturnaíba através de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas a montante nos rios São João, Capivari e Bacaxá com as análises feitas à jusante, identificando a hidrodinâmica do mesmo.

2 O MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM E A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOÃO: OS PRINCIPAIS RIOS E A REPRESA DE JUTURNAÍBA

O município de Silva Jardim - RJ, que outrora se chamava Capivari, recebeu este nome em homenagem ao seu filho ilustre Antônio da Silva Jardim, um republicano bastante ativo na época do Brasil-Império. Apresenta uma população de aproximadamente 22 mil habitantes (IBGE, 2010), distribuídos em 956 km² de extensão territorial municipal. Está dividido em quatro Distritos: Silva Jardim – sede – 432 km²; Aldeia Velha – 2º distrito – 225 km²; Bananeiras – 3º distrito – 191 km²; e Gaviões – 4º distrito – 108 km². Sua economia está baseada principalmente na agricultura e pecuária semiextensiva (MACHADO, 1993). Porém, a atividade turística começa a despontar. A maior parcela da população ocupa a zona urbana.

A Região na qual o município se localiza é abrangida unicamente pela Bacia Hidrográfica do Rio São João, que é o principal ecossistema aquático e manancial de grande porte. Suas águas alimentam a represa de Juturnaíba.

Em junho de 2002, a maior parte da bacia foi transformada na Área de Proteção Ambiental Federal do Rio São João/Mico-Leão-Dourado. A bacia cobre cerca de 2.160 km². Nela encontram-se inseridos parcialmente os municípios de Cachoeiras de Macacu (nascentes), Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Araruama, Cabo Frio e Rio das Ostras e integralmente apenas o município de Silva Jardim [excluindo dessa totalidade somente a área urbana, a Rebio de Poço das Antas, o Parque Municipal Natural da Biquinha/ Santa Edwiges, parte do Parque

Estadual dos Três Picos e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPNs (o município é o que possui o maior número de RPPNs a nível nacional)]. Limita-se a oeste com a bacia da Baía de Guanabara, ao norte e nordeste com as dos rios Macaé e das Ostras e ao sul com as bacias das Lagoas de Saquarema e Araruama (BIDEGAIN, 2005a).

Na bacia existia a lagoa de Juturnaíba, formada pelas águas do rio Capivari e Bacaxá, que eram barradas pelos aluviões do rio São João, no qual desaguava. A lagoa possuía uma área de 6 km², alcançando 8 km² no período de cheia, e uma profundidade média de 4 m (BIDEGAIN, 2005b).

O desequilíbrio do sistema aquático acontece à medida que os caracteres físico-químicos, e biológicos das variáveis como o total de sólidos dissolvidos (TDS), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE), entre outras, são modificados (TUNDISI, 2000). No reservatório a ser analisado, as características das variáveis limnológicas condicionam diferenciações nos padrões de água ao longo do corpo hídrico.

O reservatório abastece oito municípios da Região dos Lagos Fluminense através das Concessionárias Águas de Juturnaíba e Prolagos. Baseado no Censo IBGE (2010) esses municípios totalizam 559.819 habitantes (Tabela 1).

Tabela 1: População total dos municípios e concessionária responsável pelo abastecimento

| Município | População | Concessionária |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| São Pedro da Aldeia | 87.875 habitantes | Prolagos |
| Arraial do Cabo | 27.715 habitantes | Prolagos |
| Búzios | 27.560 habitantes | Prolagos |
| Iguaba | 22.851 habitantes | Prolagos |
| Cabo Frio | 186.227 habitantes | Prolagos |
| Araruama | 112.008 habitantes | Águas de Juturnaíba |
| Silva Jardim | 21.349 habitantes | Águas de Juturnaíba |
| Saquarema | 74.234 habitantes | Águas de Juturnaíba |
| Total | 559.819 habitantes | |

Fonte própria. Elaboração baseada no Censo IBGE 2010.

Em período de alta estação, o total da população dobra em alguns municípios e quadriplica em outros. Logo, a qualidade da água do reservatório é de fundamental importância para os moradores e visitantes da Região dos Lagos Fluminense.

O Rio São João

O rio São João é um dos principais rios do estado do Rio de Janeiro e o principal da bacia hidrográfica que recebe o seu nome, além de ser o único grande rio genuinamente fluminense, pois tem sua nascente, leito e foz totalmente inseridos dentro do território estadual. Esse nome se deu em homenagem a Igreja de São João, situada em sua barra. Ele era um rio navegável até cerca de 50 km da foz e perdeu sua função de transporte a partir da inauguração da Estrada

de Ferro Leopoldina, em 1888. No baixo São João essa atividade retornou para uso turístico, como fonte alternativa de renda dos pescadores no período de defeso.

Na década de 1960, um trecho de 3 km do Rio São João foi retificado para facilitar as obras da BR-101. Entre 1976 e 1980, um trecho de 20 km do leito do Rio São João desde Gaviões até as proximidades da represa foi aprofundado, alargado e retificado. Seu curso principal que antes da obra era cerca de 133 km, hoje é cerca de 120 km. Essa diferença de 13 km é proveniente desse trecho encontrar-se submerso nas águas da Represa de Juturnaíba. O Rio São João pode ser dividido em: **alto São João** - das nascentes até o km 5; **médio São João** - do km 5 até o km 50, ou seja, até a represa de Juturnaíba; **represa de Juturnaíba** - cerca de 13 km de leito do São João estão submersos; **baixo São João** - do km 73 - barragem - percorre 65 km até a foz (BIDEGAIN, 2005b).

O Rio Capivari

A bacia do Rio Capivari abrange cerca de 200 km² situados quase que integralmente no município de Silva Jardim. Na bacia compreende a cidade de Silva Jardim e as localidades de Cesário Alvim, Imbaú e Boqueirão. A bacia é extremamente degradada, apresentando escassa cobertura florestal. Tem suas cabeceiras na Serra de Monte Azul, a 400m de altitude, na região de Capivari de Cima, em Silva Jardim. O rio percorre 21 km até desaguar na represa de Juturnaíba, onde perdeu cerca de 5,3 km do seu curso após a inundação. Nas décadas de 50 e 60 teve parte de seu curso retificado, um total de 15 km de estirões nos trechos de baixada (BIDEGAIN, 2005b). Esse rio até a década de 80 foi utilizado para fins de lazer, pesca e batismos religiosos, por ter águas limpas e ser bastante caudaloso. Com o aumento da população, o lançamento de esgoto em suas águas tornou-se corriqueiro.

O Rio Bacaxá

O Rio Bacaxá forma uma bacia com cerca de 520 km², ocupando terras dos municípios de Araruama, Rio Bonito e Silva Jardim. O Rio Bacaxá nasce na face leste da Serra do Sambê, a 800m de altitude e ao norte da cidade de Rio Bonito. Seu curso percorre 33,7 km entre as nascentes e a foz na represa de Juturnaíba. Com a formação da represa, o leito perdeu cerca de 8 km (BIDEGAIN, 2005b). Logo depois de descer a serra, banha o povoado de Lavras, onde tem um lixão desativado desde abril de 2014, localizado próximo às suas margens. Lá eram depositados todos os tipos de lixo, desde doméstico a industrial e, por ser um depósito a céu aberto, muito provavelmente esteja percolando chorume para o leito do rio, que acabará por desaguar na represa de Juturnaíba.

A Represa de Juturnaíba

A formação do reservatório se deu em 1982 e 1984 e cobriu a antiga lagoa de Juturnaíba, criando um ecossistema que, apesar de aquático, é completamente distinto do original. Na represa de Juturnaíba deságuam os rios São João, Bacaxá e Capivari.

A construção da represa se deu para possibilitar o abastecimento público e a irrigação nas áreas planas que foram drenadas. No período de formação da represa e nos seus primeiros anos, ocorre um aumento considerável de plantas aquáticas, chegando a formar ilhas flutuantes, e uma redução considerável de oxigênio. Com a extinção do DNOS, a barragem e o reservatório ficaram abandonados. Apesar de ser uma obra federal, não se sabia qual órgão do governo federal possuía sua titularidade de proprietário. A empresa Prolagos, concessionária responsável pelo abastecimento de água em cinco municípios da Região dos Lagos, por força de contrato com o Governo Estadual, tornou-se responsável pela recuperação do maciço da barragem, das comportas e vertedouro (BIDEGAIN, 2005b).

Os terrenos que margeiam a represa apresentam pequenos morros com trechos planos próximos à desembocadura dos rios São João, Capivari e Bacaxá. Há apenas uma ocupação, o povoado de Juturnaíba, que cresceu as margens da Estação Ferroviária e fazendas de criação extensiva de gado (CILSJ, 2015).

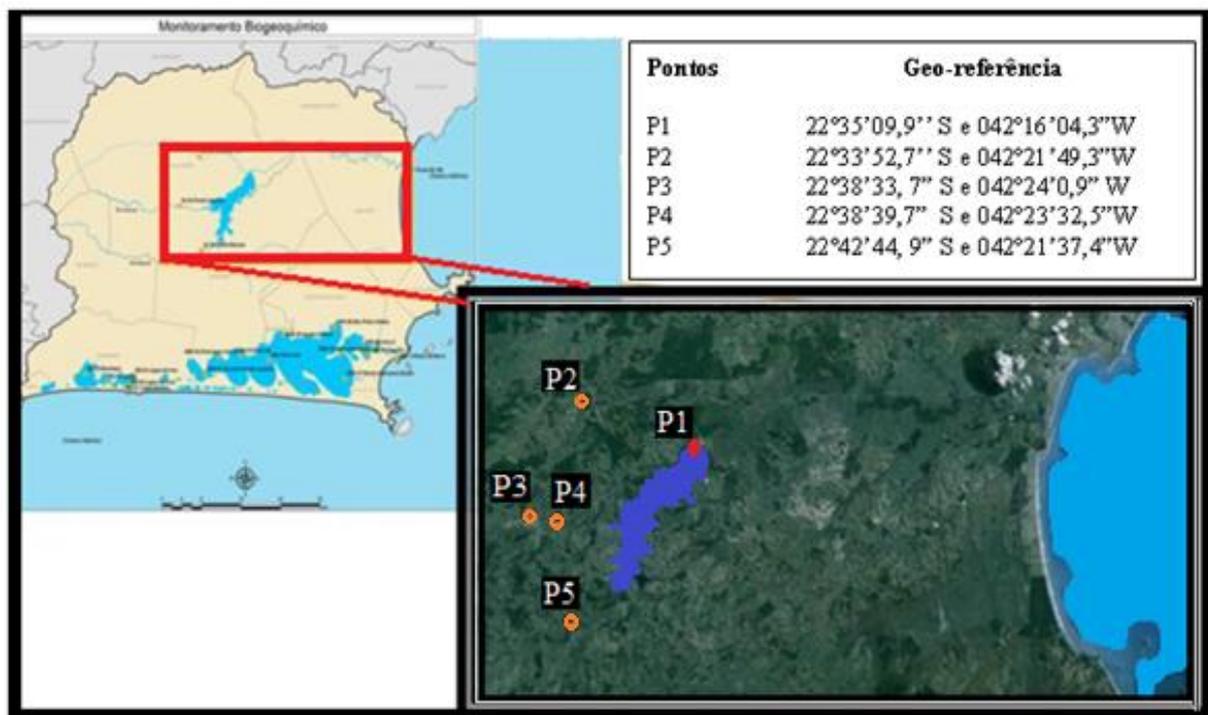
Na margem leste, localizada em São Vicente, 3º distrito do município de Araruama, o reservatório é margeado por fazendas com lavouras de laranja, cana-de-açúcar e pastos para a criação bovina de forma extensiva. Também se encontram as instalações das concessionárias Prolagos e Águas de Juturnaíba de captação e tratamento de água. É possível observar ainda morros desprotegidos, com total ausência de cobertura vegetal, se destacando ao longe pela coloração alaranjada do seu solo exposto, meio ao verde de pastos e lavouras de eucalipto.

A represa tem como uso principal a captação de água para abastecimento da Região dos Lagos. No entanto, ela traz consigo uma importante função, que é manter a renda familiar dos pescadores tradicionais do lugarejo. Também permite atividades de contato primário como banho e natação. Bem como em atividades de contato secundário, como a pesca amadora e esportiva, passeio turísticos feito por embarcações, etc. Suas águas ainda são utilizadas para irrigação da agricultura e dessedentação de animais de propriedades localizadas em seu entorno.

3 MONITORAMENTO DA ÁGUA: O RESERVATÓRIO COMO UM GRANDE LABORATÓRIO A CÉU ABERTO

Para a efetuação da pesquisa, foi realizada além da revisão de literatura, seis coletas de água com intervalo médio de dois meses entre elas, e, análises físico-químicas e microbiológicas de água. A potabilidade da água foi avaliada mediante a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos: temperatura, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD), coliformes totais e termotolerantes. As águas coletadas para as análises foram adquiridas nos seguintes pontos: **P1** - Represa de Juturnaíba – localiza-se próximo a Reserva Biológica de Poço das Antas. Seu acesso se dá pela BR 101, altura do rio Iguapé. A coleta foi feita na margem Oeste da represa, localizada no município de Silva Jardim, próxima a um dos vertedouros; **P2** – Rio São João – A coleta foi realizada próxima a ponte do Rio São João, área retificada pela obra do DNOS, por onde é cruzado pela rodovia BR 101, no médio São João; **P3** – Rio Capivari – A coleta foi realizada próxima à ponte do Rio Capivari, na altura da rodovia RJ 140, antes da estação de tratamento de esgoto, localizada no bairro Caju; **P4** – Rio Capivari – A coleta foi adquirida no Rio Capivari, após a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, a qual libera nesse leito os efluentes após tratamento; **P5** – Rio Bacaxá – a coleta da água foi realizada próximo a ponte do Rio Bacaxá, na altura da rodovia RJ 140 (Figura 1).

Figura 1: Mapa da região de monitoramento ambiental – Em vermelho, ponto de coleta na Represa de Juturnaíba (P1) e em laranja, pontos de coleta nos Rios São João (P2), Capivari antes da ETE (P3), Capivari após a ETE (P4) e Bacaxá (P5).



Fonte: Adaptado do Relatório Qualidade das Águas do Rio São João 04/2014 – CBH Lagos São João.

As amostras para análises físico-químicas e microbiológicas foram efetuadas no Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul (LabFoz) do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PIG) do Instituto Federal Fluminense, visando identificar as alterações no padrão de qualidade da água. Os resultados constantes na Tabela 2 são o resultado da média da triplicata da análise de cada parâmetro.

As metodologias analíticas foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON *et al.*, 2005), os procedimentos de coleta das amostras seguiram as orientações contidas no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009) e os resultados foram comparados aos limites estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde nº. 2.914/2011 (BRASIL, 2011) e pelas resoluções CONAMA 274/ 2000 e 357/2005. A metodologia utilizada na determinação de cada parâmetro foi: Turbidez - Método nefelométrico, utilizando turbidímetro MS Tecnopon Instrumentação TB – 1000P; pH – Método potenciométrico, utilizando pHmetro Thermo Scientific Orion Star A214; Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Temperatura e Condutividade elétrica – Condutivímetro Tecnal Tec – 4 MP; Oxigênio dissolvido (OD) – Oxímetro Instrutherm MO 890; Coliformes totais e termotolerantes – Método da Enzima Substrato – utilizando meio de cultivo *Collilert*® (um método criado especificamente para a contagem NMP de *E. Coli* e bactérias coliformes na água, potável ou não, com ou sem tratamento); e, Análise de Ânions – Técnica de Cromatografia de Íons.

4 DISCUTINDO A AÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA

De acordo com Bevilacqua (2012), a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento está diretamente relacionada na aceitação de que as degradações derivadas das ações antrópicas e seus efeitos refletirão sobre ela. Ressalta-se que Dorney (1989), diz que os usos adequados e inadequados podem ser indicados na bacia. Ele afirma ainda que o resultado desta fase permite a identificação das tendências, possibilitando a simulação de situações futuras e o prognóstico de prováveis adequações das tendências negativas. Deste jeito, a definição do recorte almejado dá o direcionamento das políticas e diretrizes para o manejo de certa bacia.

Von Sperling (1996) define que dentro de um diagnóstico, os aspectos ambientais e antrópicos que influenciam na qualidade dos recursos hídricos e traz uma sucinta descrição sobre eles. De acordo com sua visão, no tocante aos aspectos ambientais, a qualidade das águas é afetada mesmo numa bacia hidrográfica com condições ótimas naturais, visto que

ocorrem escoamento superficial e infiltração no solo, oriundos da precipitação atmosférica. O escoamento, a infiltração e a percolação das águas em contato com as partículas e substâncias no/ do solo, geram um impacto na qualidade da água especialmente pela característica da água em ser um solvente universal. Segundo o mesmo autor, os aspectos antrópicos são produzidos pela intervenção humana gerando impactos na qualidade da água tanto na forma de lançamentos concentrados de efluentes de forma pontual, (domésticos ou industriais) ou difusa (escoamento superficial). Logo, o uso e ocupação do solo implicam diretamente na qualidade da água de uma bacia.

Schussel & Neto (2015) montaram as variáveis qualitativas de maior impacto sobre as bacias hidrográficas, separaram o meio natural (físico e biológico) do meio antrópico (rural e urbano) e apontaram quais situações poderão levar ao desequilíbrio desses meios.

O Relatório da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011) destaca níveis críticos de qualidade e quantidade da água decorrente, essencialmente, da alta demanda de água existente e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios.

As águas da Represa de Juturnaíba, principal alvo desse estudo e as águas dos rios São João, Capivari e Bacaxá, de acordo com o fim que lhe foi imputado, tem a classificação de água doce, de Classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Dessa forma os valores discutidos nessa pesquisa seguirão esta normatização.

A turbidez apresenta a propriedade de desviar os raios luminosos. Sua ocorrência se dá em decorrência da presença de material particulado em suspensão na água ou em estado coloidal, e de seres vivos microscópicos (BRAGA, 2005; REDE VALE, 2012). De acordo com a resolução CONAMA 357, não deve ultrapassar a 100 unidades nefelométrica de turbidez (NTU) para o caso da represa (P1) e a mesma medida no caso dos rios (P2 a P5).

Deve ser destacado que embora a represa receba água com turbidez variando entre 3,8 e 54,0 NTU, ainda assim ela consegue apresentar valores que no período coletado, oscilaram entre 2,3 e 7,2 NTU, ou seja, apresentando uma média de turbidez em torno de 3,7 NTU (Tabela 2). Percebe-se que em todos os pontos e períodos de coleta, a represa entrega ao baixo São João, água de melhor qualidade que recebeu dos seus afluentes. Talvez essa situação se dê devido à mudança de regime do ambiente lótico (os rios) para um ambiente lêntico (o reservatório), e, ao tempo de residência da água ser de 38 dias, o que pode propiciar a sedimentação do particulado em suspensão.

Segundo Pontes (2012), a turbidez da água da represa talvez receba forte influência da floração de algas, de acordo com a família e com o gênero presentes, motivo pelo qual uma análise qualitativa e quantitativa desses organismos em diferentes épocas do ano se faz

necessária. Dados históricos apontam que o reservatório de Juturnaíba apresenta floração de cianobactérias com frequências anuais, logo após um período de chuvas torrenciais seguido de uma contínua estiagem, em torno de 30 a 45 dias. Essas florações normalmente ocorrem entre os meses de fevereiro a abril, dada às condições climáticas ótimas locais.

Londe (2014) diz que o florescimento de cianobactérias também está fortemente relacionado a perigos e desastres. Segundo ela, a maior parte dos reservatórios do país é receptor de descargas excessivas de nutrientes como fósforo e nitrogênio, além de receber uma intensa radiação solar e altas temperaturas durante a maior parte do ano. Logo, tem-se um ambiente propício para o florescimento de cianobactérias. A maioria das pessoas depende dos reservatórios para suprimento de água, o que significa um risco para a saúde humana, bem como perdas econômicas para aqueles que dependem diretamente dos reservatórios para atividades de pesca, turísticas e/ou de lazer.

O pH indica o caráter ácido, básico ou neutro da água ou de uma solução. Tem uma faixa referente à presença de íons hidrogênio que varia entre 0 a 14, em escala antilogarítmica (VON SPERLING, 2005). Para ingestão humana, a água deve possuir pH próximo à neutralidade, dentro da faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011). Os seres aquáticos estão habituados a um pH neutro, logo uma alteração brusca nessa característica pode acarretar a morte de vários indivíduos ou de várias espécies (PHILIPPI Jr., 2004).

Como pode ser observado na Tabela 2, o pH nas coletas realizadas nos seis pontos analisados, os valores se encontraram dentro dos padrões de qualidade, ou seja, entre 6,0 e 9,0. Especificamente oscilaram entre 6,0 e 7,07 para as coletas da pesquisa. Semelhante ao que aconteceu com Donádio (2005), em seus estudos sobre qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil, também encontrou pH entre 6 e 7. Ele também percebeu que nos locais próximos as nascentes a temperatura ficou entre 17,5 e 19,8 °C e nos locais mais afastados, a temperatura oscilou entre 20,2 e 22,6 °C, ou seja, a temperatura aumentou a medida que se distanciava das cabeceiras, o que reforçou a necessidade da manutenção da mata ciliar na prevenção do aumento da temperatura da água.

Brito (2012) em seu trabalho no Paraíba do Sul dividiu seus estudos em estação seca e chuvosa e percebeu que na Ilha dos Pombos, o pH na estação seca foi de 7,4 e na chuvosa 7,7. Em Santa Cecília o pH só foi feito na estação seca encontrando 7,6. Já em Santa Branca, ela encontrou 7,2 na estação seca e 8,3 na chuvosa. Embora o pH no estudo dela esteja bem mais alcalino que o da Represa de Juturnaíba, a qual tem característica neutra a levemente ácida, percebe-se que ainda se encontra dentro do estabelecido pela CONAMA 357.

Santos (2012) destaca que houve alteração de pH em alguns pontos a jusante da Represa, no baixo rio São João, em duas campanhas.

Carneiro (2011) diz que em suas análises, no mês de junho, o pH da represa ficou entre 6,1 na amostra 3 e 7, na amostra 5, bastante semelhante ao encontrado nessa pesquisa.

Para o ambiente aquático manter sua capacidade em se manter vivo depende dos níveis de oxigênio dissolvido (OD). Os processos metabólicos nos sistemas aquáticos naturais dependem de uma provisão adequada desse elemento. A resolução CONAMA 357 estabelece que em qualquer amostra não deva ser inferior a 5 mg/L de OD para Classe 2. Essa medição permite avaliar os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras, bem como a deficiência do tratamento de esgoto ofertado. Em dias chuvosos, como o da 1ª coleta, há uma menor produção de fotossíntese acarretando uma menor produção de gás oxigênio no ambiente aquático. Logo, o resultado encontrado na 1ª coleta, nos pontos 1, 3 e 4, onde o oxigênio dissolvido ficou abaixo do limite estabelecido, gera preocupação com as condições dos cursos d'água desses pontos, pois demonstra um maior consumo num período de menor produção, o que pode comprometer a qualidade da vida aquática.

Carneiro (2011; 2015) aponta que o oxigênio dissolvido da represa esteve entre 1,73mg/L na amostra 07 em fevereiro de 2010 a 11,4mg/L em setembro de 2009 na amostra 05. Afirma ainda que em junho de 2010, a Demanda Bioquímica de Oxigênio medida em cinco dias (DBO₅) na Represa de Juturnaíba variou de 3,16 mg/L na amostra 08 a 54,7mg/L, o mesmo acontecendo com a amostra 05.

CETESB (2009) afirma que a temperatura superficial do curso d'água é influenciada por fatores como altitude, latitude, período do dia, estação do ano, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água normalmente é produzida por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoeletricas.

A média da temperatura das águas da represa das coletas feitas nos sete primeiros meses de 2001, foi 25,1 °C (BIDEGAIN, 2005b), enquanto nessa pesquisa foi 23,7 °C. Nesse intervalo de 15 anos, percebe-se uma redução na temperatura da água da represa em 1,4°C, o que pode estar relacionado à temperatura ambiente ou com o aumento de áreas com vegetação ciliar, corroborando com a pesquisa de Brito (2012), Andrade (2010) e de Donádio (2005).

Segundo Brito (2012), na Ilha dos Pombos a temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido foram significativamente maior na estação chuvosa (verão) do que na seca (inverno). Por outro lado, a turbidez foi maior na estação seca, com a variação mais expressiva entre as estações do reservatório na Ilha dos Pombos. Estas variações podem ser consideradas normais, uma vez que estes parâmetros podem ser afetados pela incidência da luz solar e os

níveis de precipitação. No entanto, níveis de oxigênio >10 mg/L indicam uma condição eutrófica, provavelmente, devido à disponibilidade de nutrientes e conseqüente excessivo crescimento de algas. Na presente pesquisa não houve variação considerável entre os valores de Turbidez, pH, temperatura e OD relacionada a mudança das estações (verão/ inverno).

Andrade (2010) observou que os valores de OD em sua pesquisa se apresentaram mais elevados no período chuvoso retratando a correlação entre temperatura da água e teor de oxigênio dissolvido. Quanto menor a temperatura do corpo d'água maior o teor de oxigênio dissolvido. Ele também observou que os locais com mata ciliar, a temperatura da água era menor.

Segundo Athayde Jr (2009), os sais dissolvidos e ionizados presentes na água podem transformá-la num eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica. Dessa forma, pode-se afirmar que é a capacidade que a água tem em conduzir eletricidade. Depende de suas concentrações iônicas e da temperatura. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, aumenta a condutividade da água. Entre esses sólidos dissolvidos podem estar os sais. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. Por existir uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, é possível rapidamente se fazer uma estimativa da quantidade de STD presentes na água pela condutividade elétrica. Comparando os valores de Sólidos Totais dissolvidos na água com a condutividade elétrica, percebe-se que eles se complementam, visto que em todos os pontos de todas as coletas, a quantidade de STD sempre representou a metade do valor da condutividade.

Andrade (2010) percebeu que a maior ou menor diluição da condutividade elétrica está relacionada com os períodos hidrológicos, ou seja, estação chuvosa e estiagens. Isto ficou evidenciado no Rio Piracicaba, os valores da CE estavam ligeiramente mais baixos na estação chuvosa sugerindo relação com o aumento do nível de água. Nessa pesquisa, pode ser percebido que os valores da CE no dia chuvoso foi menor em relação aos dias ensolarados e nublados e não em relação a mudança da estação do ano.

Das seis coletas realizadas no ponto 5, a 2ª, 3ª, 4ª e 6ª coletas, os valores encontrados (Tabela 2) indicam que o local pode estar começando a ser impactado por efluente doméstico ou industrial, pois valores superiores a 100 µS/cm remete a essa conclusão (REDE VALE, 2012). Os resultados obtidos neste ponto podem ser justificados pelo rio apresentar águas totalmente paradas e com a presença de macrófitas, o que pode facilitar o acúmulo ou deposição de efluentes. Esse rio percorre extensas áreas agropastoris (CARNEIRO, 2015). Talvez o material oriundo dessas áreas possa estar sendo carregado para o seu interior, contribuindo com

os valores elevados encontrados na CE naquele ponto. Além de receber grandes descargas de efluentes domésticos em Lavras – Rio Bonito, possuir um lixão desativado próximo ao seu leito em Mato Frio – Rio Bonito e receber novos efluentes em Bacaxá.

Os coliformes totais não são descritos nem estabelecidos limites máximo toleráveis para água da Classe 2 na Resolução CONAMA 357/2005 tão pouco na Resolução CONAMA 274/2000. Nas amostras, os valores de Coliformes Totais encontrados foram valores $>2419,6$ NMP em todos os pontos e em praticamente todas as coletas, com exceção do ponto 1 da 2^a, 4^a e 5^a coletas onde foram encontrados 516,3 NMP, 1986,3 NMP e 1986,3 NMP respectivamente (Tabela 2).

Ambas as Resoluções descrevem que os coliformes termotolerantes (fecais) pertencem ao grupo dos coliformes totais, são bactérias gram-negativas em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Em temperaturas de 44°C a 45°C, podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e promover a fermentação da lactose, produzindo dessa forma ácido, gás e aldeído. Embora estejam presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que para uso de recreação de contato primário os valores máximos toleráveis quanto à presença de coliformes termotolerantes deverão ser obedecida o que consta na Resolução CONAMA 274/2000. Já os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

A partir da Tabela 2, pode ser observado que o Ponto 3 na 2^a coleta apresentou-se 73,3% acima dos valores estabelecidos pela Resolução, bem como da 3^a a 6^a coletas com valores que variam entre $\approx 12\%$ e $>141,9\%$ ultrapassando ao ideal. Talvez esses valores sejam provenientes da presença de animais bovinos que são criados de forma extensiva próxima a esse ponto. O Ponto 4, encontra-se dentro do estabelecido somente na 1^a e na 3^a coleta. As demais ultrapassaram esse limite. Talvez essa alteração esteja relacionada às fortes chuvas que caíram no município durante o período das coletas, a qual acarreta o carreamento de sedimentos, detritos e demais substâncias para o interior dos cursos d'água.

De acordo com a Portaria do MS, para o consumo humano os coliformes devem estar ausentes em 100 mL. Seguindo-a, percebe-se que se para o consumo está imprópria, para o contato primário como lazer, por exemplo, pode-se afirmar que também se encontra

imprópria, visto que, ao se banhar nessas águas, mesmo que involuntariamente, nesse tipo de contato culmina-se na ingestão de água.

De acordo com a Resolução CONAMA 274/2000 poderia ser afirmada que a Represa de Juturnaíba, no ponto coletado, entrega ao baixo Rio São João, água categorizada como Excelente para o contato primário, pois nenhum dos valores ultrapassou a 250 coliformes em 80% das coletas. Fato que corrobora com os estudos de Santos (2012), a qual afirma que na maioria das seis coletas feitas em sete pontos a jusante da represa de Juturnaíba, ou seja, no baixo rio São João, a categorização para o IQA foi caracterizada como “boa”; exceto pelo ponto cinco que na maioria das análises foi caracterizado como “aceitável”. No entanto, para que essa afirmativa possa ser dada, sugere-se que seja feita uma coleta por cinco semanas consecutivas ou cinco coletas com intervalo de 24 h entre elas, num próximo trabalho visando identificar sua balneabilidade.

A Barragem do Rio Descoberto, localizada em Brasília, no Distrito Federal (DF), que constitui o Sistema Integrado do Rio Descoberto, abastece cerca de 66% da população do DF, apresenta situação similar, com a presença de animais, despejo de lixo, erosões, desmatamentos, entre outros problemas (BORTONI, 2013). Segundo a mesma autora, o Lago Guaíba, localizado no estado do Rio Grande do Sul e o principal manancial de abastecimento de água de Porto Alegre, apresenta como principal problema a elevada contaminação por carga orgânica oriunda de esgotos domésticos, alternando dessa forma sua classificação entre água boa e péssima, de acordo com o local de coleta. Acrescenta ainda que na captação da Estação de Tratamento de Água Moinhos de Vento e em outros pontos foi constatada a presença de coliformes termotolerantes superiores a 4000 NMP/100 mL, sendo esse valor um possível indicativo de ocorrência de organismos patogênicos naquele meio (Idem).

Vieira (2015) em seu trabalho sobre os recursos hídricos de Caraguatatuba – SP, afirma que de acordo com os resultados obtidos ficou evidente que a contaminação dos cursos d’água pelo esgoto sanitário representa a principal pressão exercida sobre os mesmos, tendo em vista o grande volume de água que seria necessário para assimilar essa poluição, fato que deixa uma interrogativa em relação à represa de Juturnaíba no tocante a sua sustentabilidade.

Curutchet (2012) expõe que no bairro Cárcova, localizado em José León Suárez, no município de General San Martín, noroeste da cidade de Buenos Aires passa o rio Reconquista, o segundo afluente mais contaminado da Argentina, recebendo efluentes domiciliar e industrial. Estudos anteriores haviam detectado que em todo o curso médio e inferior do rio apresentam altas concentrações de diferentes contaminantes tóxicos para a saúde humana. É fundamental

a precaução no sentido de se evitar que a represa de Juturnaíba chegue às condições do rio Reconquista.

Carneiro (2011) durante seu estudo destaca que o NMP de *Escherichia coli* nas amostras do lago de Juturnaíba não ultrapassou 10^2 células/100 mL, o que atenderia ao padrão de balneabilidade estabelecido pela CONAMA 274/00, caracterizando no mínimo aquelas águas como “satisfatórias”, embora não tenham “realizado um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores” como preconiza a norma.

Noronha (2013) afirma que o lago de Juturnaíba apresenta uma folga de cerca de 1,10 m³/s na quantidade de água disponível para os diversos usos. Aponta também que a vida útil do lago de Juturnaíba é de 192 anos, no qual o volume útil do lago irá se reduzir gradativamente devido ao assoreamento natural ou ocasionado pela ação antrópica, levando a uma contínua redução no saldo de água propiciado pela regularização de vazões pelo reservatório. O esvaziamento parcial do reservatório tenderá a piorar os parâmetros de qualidade de água, uma vez que os poluentes estarão diluídos em um volume menor. Seria interessante a elaboração de um estudo mais detalhado da dispersão e diluição dos poluentes, pois o mesmo poderá prejudicar a ação de tratamento da água que é servida a toda a população da região dos Lagos Fluminense.

Williams (2015) apresenta uma sugestão que pode ser viável na bacia do rio São João: O projeto Suma Quta, no Lago Bonito em Aimará, que iniciou em 2009, com a iniciativa de defesa da bacia hidrográfica realizada por uma rede de líderes locais, comunidades rurais e membros de órgãos governamentais regionais na bacia do Lago Titicaca em Puno, Peru. O projeto fornece ferramentas de coleta de dados e conscientização para que as comunidades identifiquem e caracterizem a poluição hídrica, para, por fim, criarem campanhas para eliminar ou remediar a poluição na fonte, ou seja, fornece ferramentas de monitoramento à população local que poderão pleitear junto às autoridades competentes ações de minimização dos impactos no recurso hídrico. Se o CBH Lagos São João e/ou os municípios que são beneficiados com as águas da represa utilizasse esse tipo de ferramenta no controle da qualidade da água do reservatório, poderia prolongar o tempo de vida útil do mesmo, tanto no tocante ao abastecimento quanto ao lazer.

Para as análises de Ânions nas águas de Classe 2, onde ocorre a prática de pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo, aplicam-se os padrões para Classe 1, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. Para a análise de ânions foram consideradas a Resolução CONAMA 357 e a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (MS)/2011. A Tabela 3 apresenta os valores encontrados nos pontos amostrados:

Tabela 2: Ensaios das Coletas dos Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das águas da Represa de Juturnaíba (P1) e dos rios São João (P2), Capivari antes da ETE (P3), Capivari após a ETE (P4), Bacaxá (P5).

| Parâmetro Coletas | Pontos Coleta | Turbidez (NTU) | Temperatura (°C) | pH (sorensen) | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | Sólidos Totais Dissolvidos mg.L ⁻¹ | Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹) | Coliformes Totais (NMP) | Coliformes Termotolerantes (NMP) |
|---|---------------|-------------------|---------------------|------------------|----------------------------------|---|---|----------------------------|--|
| 1ª Coleta Março/ 2015  | P1 | 7,2 | 24,6 | 6,22 | 4,9 | 15,00 | 29,69 | >2419,6 | 37,3 |
| | P2 | 39,0 | 24,7 | 6,50 | 7,2 | 15,49 | 31,04 | >2419,6 | 325,5 |
| | P3 | 54,0 | 24,6 | 6,46 | 4,7 | 32,08 | 64,15 | >2419,6 | 461,1 |
| | P4 | 46,0 | 24,8 | 6,33 | 4,4 | 34,36 | 68,99 | >2419,6 | 920,8 |
| | P5 | 39,3 | 24,7 | 7,07 | 5,0 | 28,58 | 81,63 | >2419,6 | 45,0 |
| 2ª Coleta Mai/ 2015  | P1 | 2,3 | 22,0 | 6,0 | 8,2 | 18,09 | 35,70 | 516,3 | 18,9 |
| | P2 | 4,3 | 21,7 | 6,0 | 7,9 | 16,3 | 32,16 | >2419,6 | 69,5 |
| | P3 | 26,0 | 21,5 | 6,0 | 8,4 | 35,61 | 70,59 | >2419,6 | 1732,9 |
| | P4 | 10,8 | 21,4 | 7,0 | 7,6 | 43,06 | 85,57 | >2419,6 | 1299,7 |
| | P5 | 3,8 | 21,5 | 7,0 | 9,0 | 50,81 | 100,7 | >2419,6 | 29,2 |
| 3ª Coleta Março/ 2015  | P1 | 3,2 | 23,4 | 7,0 | 8,5 | 19,39 | 39,49 | >2419,6 | 21,1 |
| | P2 | 3,9 | 23,0 | 6,0 | 6,7 | 17,25 | 34,73 | >2419,6 | 113,7 |
| | P3 | 21,0 | 23,0 | 7,0 | 8,1 | 36,97 | 74,42 | >2419,6 | 1119,9 |
| | P4 | 10,6 | 22,8 | 7,0 | 6,4 | 44,74 | 92,24 | >2419,6 | 547,5 |
| | P5 | 4,2 | 22,8 | 7,0 | 7,0 | 50,11 | 100,6 | >2419,6 | 23,1 |
| 4ª Coleta Dez/ 2015  | P1 | 3,6 | 24,4 | 6,5 | - | 21,21 | 41,06 | 1986,3 | 9,8 |
| | P2 | 6,9 | 23,9 | 7,0 | - | 14,38 | 27,66 | >2419,6 | 248,1 |
| | P3 | 31,0 | 23,8 | 7,0 | - | 36,16 | 69,63 | >2419,6 | 1299,7 |
| | P4 | 32,0 | 23,9 | 7,0 | - | 37,68 | 72,52 | >2419,6 | 1413,6 |
| | P5 | 31,0 | 24,2 | 7,0 | - | 65,67 | 126,4 | >2419,6 | 387,3 |
| 5ª Coleta Fev/ 2016  | P1 | 3,2 | 26,9 | 6,0 | - | 23,92 | 48,05 | 1986,3 | 34,5 |
| | P2 | 3,9 | 26,8 | 6,5 | - | 13,32 | 26,76 | >2419,6 | > 2419,6 |
| | P3 | 21,0 | 26,7 | 6,0 | - | 20,80 | 41,72 | >2419,6 | > 2419,6 |
| | P4 | 10,6 | 26,9 | 6,0 | - | 21,00 | 42,53 | >2419,6 | > 2419,6 |
| | P5 | 4,2 | 26,9 | 7,0 | - | 35,63 | 71,24 | >2419,6 | > 2419,6 |
| 6ª Coleta Abril/ 2016  | P1 | 3,1 | 21,21 | 6,4 | 6,16 | 16,00 | 33,00 | >2419,6 | 17,5 |
| | P2 | 6,0 | 21,05 | 6,49 | 7,44 | 14,00 | 28,00 | >2419,6 | 218,7 |
| | P3 | 25,0 | 21,75 | 6,45 | 7,24 | 29,00 | 59,00 | >2419,6 | 1046,2 |
| | P4 | 25,0 | 22,30 | 6,43 | 7,16 | 30,00 | 60,00 | >2419,6 | >2419,6 |
| | P5 | 47,0 | 22,61 | 6,50 | 7,35 | 56,00 | 111,00 | >2419,6 | 235,9 |
| LIMITE DE DETECÇÃO | | 0 a 1000 | 0 a 65 | 0 a 14 | 0 a 20,0 | 0 a 10000 | 0 a 20000 | < 2419,6 | < 2419,6 |
| VMP CONAMA 357/05 – C2 | | 100 | - | 6 a 9 | 5 | 500 | - | - | 1000 |
| VMP CONAMA 274/00 | | - | - | 6 a 9 | - | - | - | - | 1000 |

Fonte própria. As siglas C2 e VMP significam respectivamente Classe 2 e Valor Máximo Permitido.

Tabela 3: Ensaio das Coletas de Ânions das águas da Represa de Juturnaíba (P1) e dos rios São João (P2), Capivari antes da ETE – (P3), Capivari após a ETE – (P4), Bacaxá (P5).

| Pontos | Analitos | Fluoreto mg/L ⁻¹ | Cloreto mg/L ⁻¹ | Nitrito mg/L ⁻¹ | Nitrato mg/L ⁻¹ | Brometo mg/L ⁻¹ | Fosfato mg/L ⁻¹ | Sulfato mg/L ⁻¹ |
|---------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | P1 | 0,1440 | 2,5180 | 0,2067 | 0,4300 | 0,0863 | * nd | 1,2167 |
| | P2 | 0,1433 | 2,1840 | 0,1757 | 0,5347 | 0,0897 | * nd | 1,2690 |
| | P3 | 0,2250 | 5,0583 | 0,1713 | 1,1757 | 0,0930 | * nd | 5,5160 |
| | P4 | 0,2180 | 5,0573 | 0,2123 | 1,1657 | 0,0950 | * nd | 5,5680 |
| | P5 | 0,2433 | 9,6837 | 0,2803 | 1,4050 | 0,1120 | * nd | 17,1750 |
| | Limite de Detecção | 0,0160 | 0,0160 | 0,0160 | 0,0160 | 0,0160 | 0,0160 | 0,0160 |
| | VMP CONAMA 357 - C2 | 1,4 | 250 | 1,0 | 10,0 | - | - | 250 |
| | VMP MS Portaria 2914 | 1,5 | 250 | 1,0 | 1,0 | - | - | 250 |

* Não detectado

O fluoreto é a forma iônica do flúor, sendo esta a única forma de ser encontrado na natureza, combinado a metais ou ao hidrogênio. São abundantes na natureza e um constituinte normal da água (CETESB, 2014).

De acordo com a Resolução CONAMA 357 tem VMP de 1,4 mg/L e a Portaria do MS aponta o VMP 1,5 mg/L para o contato primário. Como pode se observado na Tabela 3, os valores encontrados não ultrapassaram ao estabelecido pela legislação vigente.

Batagini (2012) no trabalho em que coordenou sobre avaliação da qualidade das águas e sedimentos das microbacias do Ribeirão das Antas e do Ribeirão de Caldas no planalto de Poços de Caldas – MG, no Ponto 9 (Ribeirão das Antas, a jusante da Bacia de Águas Claras) de sua coleta, encontrou concentrações ligeiramente altas de fluoreto e de sulfato na água, ainda dentro dos limites legais, em relação aos pontos geograficamente próximos. Não chegou a uma conclusão sobre as razões que tenham ocasionado essas concentrações.

O sulfato é um dos íons de mais abundancia na natureza. Quando encontrado nas águas superficiais normalmente ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais representam as principais fontes antrópicas de sulfato nos cursos superficiais de água (CETESB, 2009). Os valores de sulfato nessa pesquisa apresentaram-se de forma bastante reduzida ao comparado com o VMP pela CONAMA 357 diferentemente do que foi encontrado por Batanini (2012).

É de conhecimento geral que o esgoto doméstico contém elevadas concentrações de cloretos, e, a presença desse íon em concentrações muito elevadas nos cursos d'água indica poluição por efluentes domésticos. Além de conferir gosto salino, concentrações elevadas de cloretos podem ser prejudiciais a pessoas portadoras de doenças cardíacas ou renais (ATHAYDE JR., 2009). Para cloretos, o VMP é de 250mg/L, segundo Portaria do MS e pela resolução CONAMA 357.

Por causa de sua ampla distribuição, grande mobilidade em sub-superfície, estabilidade em sistemas aeróbios de águas subterrâneas e risco à saúde humana, principalmente em crianças e em idosos, Foster e Hirata (1993), afirmam que o nitrato (NO_3) é o constituinte inorgânico mais problemático. Taiz & Zieger (2009), afirmam que embora as plantas absorvam o nitrato, elas não conseguem assimilar este composto e produzir biomassa a partir dele, para tanto precisam reduzi-lo a amônia (NH_3), através de um complexo metabólico enzimático, onde o nitrato é reduzido a nitrito (NO_2) e este é reduzido a amônio (NH_4^+) com a ação da enzima nitrito redutase, os quais seguidamente são convertidos em aminoácidos.

Dados do INCA (Instituto Nacional de Câncer) expõe que o consumo elevado de alimentos contendo nitrato ou ingestão de água com alta concentração desse íon, está relacionado ao câncer de estômago.

Tanto a resolução CONAMA 357 quanto a Portaria nº 2914/2011, estabelecem que para o nitrato o VMP seja de 10mg/L. A resolução CONAMA 357 não estabelece VMP para o Nitrito, mas a Portaria diz ser de 1 mg/L. Ambos ficaram dentro do estabelecido pela legislação vigente.

Tlili (2009) em sua pesquisa sobre análise da abordagem de multi marcadores em carpa comum *cyprinus carpio* amostrados a partir de três locais de água doce, na Tunísia (Bir Mcherga, Sidi Saad e Nebhana), percebeu que o nitrato (36 mg/L, 34mg/L e 17mg/L, respectivamente para cada localidade supracitada) e o nitrito (0.345 mg/L, 0.318 mg/L e 0.102 mg/L, idem localidade) apresentaram níveis de poluentes aceitáveis para o consumo humano, bem como para irrigação da vegetação naquele país. No entanto, seguindo a legislação brasileira, o nitrato ultrapassa o VMP como mostrado na Tabela 3. O brometo e o fosfato não apresentam VMP na Resolução CONAMA 357 nem na Portaria nº 2914/2011, não sendo possível fazer uma comparação do parâmetro com os resultados encontrados. No entanto, elas apresentam como VMP para o sulfato 250 mg/L. Em todos os pontos coletados, o sulfato ficou dentro do estabelecido.

A classificação do corpo d'água deve ser feita de acordo com o nível de qualidade que se deseja ao corpo hídrico buscando o atendimento das necessidades da população local, e não necessariamente em função do estado atual do manancial (CONAMA, 20/86). Isso permite que as pessoas possam buscar metas de melhoria na qualidade e quantidade da água ali existente. Logo, refletindo essa afirmação e acompanhando os pensamentos de Martins (2015), onde ele afirma que os comitês de bacias hidrográficas deveriam constituir-se regionalmente em um efetivo *parlamento das águas*, percebe-se que

poderia estar sendo discutidos nesse “parlamento” os princípios do pagamento por serviços ambientais (PSA) na bacia hidrográfica do Rio São João.

Peralta (2016) destaca que uma forma de internalizar externalidades ambientais positivas, tem sido usado o sistema de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como um instrumento econômico de gestão ambiental.

Gjorup (2016) analisou 17 documentos referentes a métodos de seleção de áreas prioritárias para a implantação de PSA, nos quais foram descritos 29 métodos para essa seleção, oriundos de seis países. Segundo ela, foram identificadas 20 experiências de programas que envolveram a seleção de áreas prioritárias no Brasil, entre essas experiências pode ser citado o PSA criado pela ANA em 2012.

Como exemplo de PSA criado, pode ser descrito o projeto ProdutorES de Águas no estado do Espírito Santo, no qual proprietários rurais que ainda preservam florestas nativas em áreas chave para os recursos hídricos, como margens de rios, córregos e estradas, contribuindo assim no combate a erosão, ao assoreamento e à infiltração da água no solo, recebem uma compensação financeira. O projeto é financiado por meio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNDÁGUA, criado por meio da Lei 8690/08 (ANA, 2016a).

Em Apucarana – PR, o Projeto Oásis foi implantado nas bacias dos rios Ivai, Pirapó e Tibagi, no ano de 2009. A Câmara de Vereadores aprovou o projeto cujo objetivo foi melhorar a quantidade e a qualidade das águas dos rios do município. O projeto visa o pagamento aos proprietários rurais pelo PSA prestado pelas florestas em sua propriedade, premiando aqueles que historicamente as mantêm e incentivando aqueles que precisam recuperar suas matas (ANA, 2016b).

Na bacia do rio São João, o PSA poderia ser implantado, onde os proprietários que possuem suas áreas de nascentes que contribuem com a bacia com mata preservada, independente de serem de assentamentos ou proprietários de RPPNs, poderiam ser contemplados. A verba poderia ser depositada no FUNBOAS (fundo do CHB para boas práticas), oriunda dos municípios que são abastecidos pelo reservatório, bem como de todos que fazem uso da água via outorga.

Por atender uma região turística, as águas da represa são utilizadas para o abastecimento público de pessoas de diferentes partes do país e do mundo, ou seja, cerca de 2 milhões de pessoas em estação de alta temporada fazem uso dessas águas de diferentes maneiras, isto é, utilizam-na de forma primária ou secundária e que, essas mesmas pessoas necessitam em caráter de urgência, tornarem-se coparticipes das decisões quanto a qualidade das águas que fazem uso.

Percebe-se que o agravamento das ações antrópicas negativas influencia diretamente na qualidade da água dos mananciais, podendo ocasionar complicações na saúde humana e possível disseminação de doenças. Ações antrópicas positivas vêm se consolidando em diferentes frentes e, a bacia do rio São João, não pode ficar a parte dessas vertentes.

5 CONCLUSÃO

Dentre os resultados das análises, pode ser percebido que os impactos antrópicos negativos nos rios, o rio São João, principal rio da Bacia e maior contribuinte de águas para a represa, no trecho analisado (médio São João) ainda é o que melhor se encontra no quesito qualidade da água, embora apresente coliformes termotolerantes com valores bastante expressivos do estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. De forma geral, se encontra em boas condições de manter a vida aquática em equilíbrio.

O rio Capivari foi o que apresentou maior alteração nos parâmetros oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes nos dois pontos coletados (antes e após a ETE). Sendo que na primeira coleta o oxigênio dissolvido nos Ponto 3 e 4 encontravam-se 6% e 12% respectivamente, abaixo do valor esperado nesses pontos, demonstrando um maior gasto de OD, talvez pelo consumo na decomposição de compostos orgânicos naquele trecho do rio.

O rio Bacaxá apresentou alteração crescente e bastante considerável nos parâmetros coliformes termotolerantes nas três últimas coletas. Apresentou ainda alterações na 2ª, 3ª e 4ª coletas no parâmetro condutividade elétrica, ou seja, os valores estavam acima do limite de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dentro dos pontos analisados, percebe-se que a Represa de Juturnaíba é que apresenta melhores condições nos parâmetros analisados, muito embora os rios Capivari e Bacaxá, conduzam águas contaminadas para ela, ainda assim, ela entrega ao baixo rio São João águas que poderiam ser consideradas como excelente, pois em nenhum dos pontos amostrados VMP de coliformes termotolerantes tenha excedido a 250 NMP. Para tal afirmação, seria interessante que a balneabilidade de suas águas fosse verificada. Pela importância que o reservatório tem para a região, a qualidade de suas águas deve ser constantemente monitorada.

Grande quantidade de macrófitas foi observada na represa, sendo esse um forte indicativo da presença excessiva de nitrogênio e fósforo, os quais podem ter como origem os fertilizantes utilizados nas lavouras que margeiam os rios e o próprio reservatório, bem como podem ser originado do lançamento de esgoto *in natura* feito

diretamente na mesma ou carreado pelos rios que desembocam nela. No entanto, as análises de íons nos pontos amostrados, indicou que o nitrato e o nitrito se encontravam dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA 357, bem como os demais íons analisados (fluoreto, brometo, cloreto e sulfato). O fosfato não foi detectado durante as análises.

Da primeira para a quarta coleta, pôde ser observado um processo de clarificação da água da Represa, que naturalmente possui uma coloração barrenta, proveniente do grande número de sedimentos oriundos dos rios afluentes do reservatório. Talvez um próximo estudo possa estar explicando os motivos desse fenômeno. No entanto, na última coleta, devido ao elevado índice pluviométrico no município, as águas apresentaram uma coloração bastante barrenta.

A represa de Juturnaíba é a única fonte de água doce capaz de abastecer toda Região dos Lagos Fluminenses. Sabe-se das inúmeras conferências nacionais e internacionais discutindo os problemas referentes à gestão eficaz do uso da água. Bilhões de pessoas estarão enfrentando falta de água potável ainda na metade deste século. Foi possível vivenciar as dificuldades de muitos no ano de 2015 com a escassez das chuvas em todo o território brasileiro. Não é mais possível que apenas por estar num país rico em recursos hídricos, possa-se dar ao luxo de poluir as águas superficiais de forma indiscriminada, como tem acontecido na bacia do Rio São João, que permanece com seus esgotos *in natura* sendo lançados em seus afluentes.

Espera-se que os resultados dessa pesquisa sirvam de subsídio nas tomadas de decisão pelas autoridades públicas, especialmente pela Secretaria de Obras e do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, bem como pelos municípios de Araruama e Silva Jardim, pelo CBH Lagos São João, pelos usuários, representados pelas concessionárias e pela sociedade civil organizada, quanto aos cuidados com os afluentes, com a barragem e com a Represa de Juturnaíba, visando um uso harmônico e sustentável para suas águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, 2012. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2012. Ed. Especial. Brasília: ANA. 215 págs.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. 2014. Balanço das Águas. Progestão: Incentivo aos estados para implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos. Publicação Anual da Agência Nacional de Águas - Nº 3. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Projeto Produtor – ES. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/ProjetoProdutor-ES.aspx&Ic=pt-BR&s=1&m=42&host=www.google.com.br&ts=1468154620&sig=AKOVD65pXDqvhi xMpD3-06KCZtTmarAq>> Acesso em: 10/07/2016. 2016 (a).

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Projeto Apucarana. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/ProjetoApucarana-PR.aspx&Ic=pt-BR&s=1&m=42&host=www.google.com.br&ts=1468154419&sig=AKOVD64qe8Qf2 urZHK10nk-0lk9k0nIRVq>> Acesso em: 10/07/2016. 2016 (b).

ANDRADE, T. A.; VEADOR, M. A. R. V.; MENEZES, M. A. B. C.; ALÍPIO, V. C. Análise da Concentração de Metais Pesados no Rio Piracicaba, Minas Gerais. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.

ATHAYDE Jr., G. B.; NÓBREGA, C. C.; GADELHA, Carmem L. M.; SOUZA, I. M. F.; FAGUNDES, G. S. Efeito do antigo Lixão do Roger, João Pessoa, Brasil, na qualidade da água subterrânea local. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 4, n. 1, 2009.

BEVILACQUA, A. F. A bacia hidrográfica como unidade territorial de Planejamento e desenvolvimento sustentável. In: VI Encontro Nacional da ANPPAS. Anais... Belém, 2012.

BIDEGAIN, P., PEREIRA, L. F. M. *Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do rio São João / Rio de Janeiro: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ153 p.: II, 2005 (a).*

BIDEGAIN, P. e VOLCKER, C. M. *Bacias Hidrográficas dos Rios São João e das Ostras — Águas, Terras e Conservação Ambiental.* - Rio de Janeiro: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ153 p.: II, 2005 (b).

BRAGA, B. *et al. Introdução à Engenharia Ambiental.* Sao Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. *Portaria do Ministério da Saúde.* Portaria Nº 2.914, de 25 de dezembro de 2011. Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004. Estabelece normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. *Diário Oficial da União, Brasília, v. 59, p. 266-270, 26 mar. 2004, Seção 1.*

BRITO, I. A.; FREIRE, C. A.; YAMAMOTO, F. Y.; Assis, H. C. S.; Souza-Bastos, L. R.; CESTARI, M. M.; GHISI, N. C.; PRODOCIMO NETO, V. F. F.; RIBEIRO, C. A.O. Monitoring water quality in reservoirs for human supply through multi-biomarker evaluation in tropical fish. *Journal of Environmental Monitoring.* Published on 19

December 2011. Cite this: J. Environ. Monit., 2012, 14, 615. Disponível em: <<http://www.rsc.org/jem>> Acesso: Downloaded by Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos em 15/02/2016 17:37:28.

BORTONI, S. F.; OLIVEIRA, I. S. de; GOMES, M. H. R.; PEREIRA, R. de O. *Análise Comparativa de Uso e Ocupação do Entorno de Represas de Diferentes Regiões do Brasil*. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS. 2013.

CARNEIRO, M. T. Desenvolvimento de meios seletivos para contagem de leveduras em membrana filtrante para monitorar a poluição no Lago Juturnaíba, Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2011.

CARNEIRO, M. T.; SILVA, D. M.; CHAGAS, T. G. P.; ZAHNER, V.; ASENSI, M. D.; HAGLER, A. N. Bioindicadores complementares à colimetria na análise da qualidade da água: O potencial das Leveduras no lago Juturnaíba/RJ. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão* Volume 10, Número 3, 2015, pp. 542-552.

CESAMA, Companhia de Saneamento Municipal – Juiz de Fora (MG). *Homepage*. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/?pagina=joaopenid>>. Acesso em 04/08/2015.

CETESB – FIT – Ficha de informação Toxicológica. Flúor e fluoretos. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde ambiental. 2014. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 08/07/2016.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. Série Relatórios. Apêndice A. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 2009.

CILJ – Consórcio Intermunicipal Lagos São João. Relatório Compendio de Estudos e Dados: Processo de Monitoramento Ambiental dos Rios São João, Capivari e Bacaxá. Maio/2013. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br>> Acesso em: 10/08/2015.

CILJ – Consórcio Intermunicipal Lagos São João. Relatório Compendio de Estudos e Dados: Processo de Monitoramento Ambiental dos Rios São João, Capivari e Bacaxá. Abril/2014. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br>> Acesso em: 10/08/2015.

_____ CILSJ – Consórcio Intermunicipal Lagos São João. 2015. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br>> Acesso em: 10/01/2015.

_____ BATAGINI, R. C. Relatório Técnico da Comissão das Águas. Avaliação da Qualidade das Águas e Sedimentos das Microbacias do Ribeirão das Antas e do Ribeirão de Caldas no Planalto de Poços de Caldas. Coordenadora: Vereadora Dra. Regina Cioffi Batagini. Elaboração do Relatório Técnico: CNEN, DMA, DMAE E INB. 2012.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html> > Acesso em: 14/07/2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 19/12/2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). *Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.* / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. 1126 p.

CURUTCHET, G.; GRINBERG, S.; GUTIÉRREZ, R. A. DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y Periferia Urbana: Un Estudio Transdisciplinario sobre la Contaminación en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Revista Ambiente & Sociedad*. v. XV, n. 2, p. 173-194. São Paulo, maio – agosto/ 2012

DECAPRIO, A. P. *Biomarkers: Coming of age for environmental health and risk assessment. Environmental Science Technology*, 31: 1837 – 1848. 1997. In: JESUS, T. B. de. CARVALHO, C. E. V. de. 2008. *Utilização de Biomarcadores em Peixes como Ferramenta para Avaliação de Contaminação Ambiental por Mercúrio (Hg)*. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais Renováveis. Centro de Biociência e Biotecnologia. UENF. Campos dos Goytacazes, RJ.

DIAS, D. F. dos S. Dissertação: *Qualidade da Água, Consumida pelas Comunidades Residentes no Entorno da Lagoa do Taí, São João da Barra – RJ (Brasil)*. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Mestrado em Engenharia Ambiental – Modalidade Profissional. Campos dos Goytacazes/RJ. 2013.

DI BERNARDI, L.; DANTAS, A. 2005. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. v. 1. 2. ed. São Carlos: RiMa.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade da Água de Nascentes com Diferentes Usos do Solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE E. W.; GREENBERG A. E. 2005. *Standard Methods for the Examination of water & wastewater*. 21 Ed. [S.L.]: APHA.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 4, n. 1, 2009

FERRARO JUNIOR, L.A.; TASSARA, E. T. de O.; ARDANS, O. 2007. *Mapeamentos, diagnósticos e intervenções participativos no socioambiente*. Documento Técnico nº 15: Brasília: MMA, Departamento de Educação Ambiental.

FOSTER, S.; HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92 p. (Boletim n. 10)

FUNASA. *Manual Prático de Análise de Água*. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf> Acesso em: 10/01/2015.

GARJULLI, R. Os recursos hídricos no semiárido. In: VALENCIO, N. F. 2009. A disputa pelas águas no Brasil: para além da ideologia da governança. Cronos, Natal-RN, v. 10, n. 2, p. 57-76, jul./dez. 2009.

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Rev. Ambient. Água vol. 11 n. 1 Taubaté – Jan. / Mar. 2016.

_____ GRUPO Águas do Brasil. Águas de Juturnaíba. Disponível em: <http://www.grupoaguasdobrasil.com.br/aguas-juturnaiba/a-concessionaria>. Acesso em: 10/01/2015.

INCA – Instituto Nacional do Câncer. Câncer de estômago. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=329> Acesso em: 08/07/2016.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Qualidade da água. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-agua.asp>> Acesso em: 15/01/ 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 10/01/2015.

LONDE, L. R.; Coutinho, M. P.; D Gregório, L. T.; Santos, L. B. L.; Soriano, E. Desastres Relacionados à Água no Brasil: Perspectivas e Recomendações. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo. v. XVII, n. 4. p. 133-152. out.-dez. 2014

LUGON, J. Jr; PINHEIRO, M. R. de C; RODRIGUES, P. P. G. W. 2008. *Gerenciamento de Recursos Hídricos e enquadramento de corpos d'água*. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.2, n.2, p. 265-279, jul./dez.

MACHADO, A. da S. 1993. *Monografia de Capivari*. Prefeitura Municipal de Silva Jardim. Rio de Janeiro.

_____ *MANUAL de Medidor de condutividade de bancada microprocessado – TEC-4MP*. Disponível em: <<https://www.google.com.br/#q=Condutiv%C3%ADmetro+Tecnal+Tec+%E2%80%93+4+MP+manual>> Acesso em: 31/08/2015.

_____ *MANUAL de Oxímetro Instrutherm MO 890*. Disponível em: <http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/findresults.asp?template_id=60&old_template_id=60&partner_id=&mscssid=F2GA0WN3NMUT9JQ9P0XE59VSCB500439&spec=medidor+de+oxigenio> Acesso em: 31/08/2015.

_____ *MANUAL de Turbidímetro Digital Portátil – TB- 1000P*. Disponível em: <http://www.tecnopon.com.br/tb-1000p/Tecnopon_TB-1000P_manual.pdf> Acesso em: 31/08/2015.

MARTINS, R. C. Fronteiras entre Desigualdade e diferença na Governança das Águas. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo v. XVIII, n. 1 – p. 221-238 – jan.-mar. 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente / Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 2005. *Revisão do Plano de Manejo da Reserva Biológica de Poço das Antas*. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

MOTA, S. 1997. Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, In: KRAMER, G., REIS, J., PEREIRA FILHO W. Uso da terra do entorno do reservatório Passo Real – RS e análise de dados limnológicos para compreender os compartimentos do ecossistema aquático. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Departamento de Geociências. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3967-3973.

MPRJ, Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. Promotoria de Tutela Coletiva do Núcleo de Araruama. 2013. Ação Civil Pública: *MPRJ V. ERJ*, VuSJardim. Inquéritos Civis 056/07 e 028/07, 2013.

NORONHA, G. C.; MONTEIRO, L. P. C. Diagnóstico da Vida Útil e do Balanço Hídrico para o Lago de Juturnaíba, Bacia do Rio São João, Estado do Rio de Janeiro. *ENGEVISTA*, V. 15, n. 1. p. 28-35, abril 2013.

PAULA JÚNIOR, F. de. 2014. Cooperação pela Água em Bacias Hidrográficas: Olhares sobre o Território, os Saberes e os Comitês. In: *Água e cooperação: reflexões, experiências e alianças em favor da vida /Sérgio Ribeiro, Vera Catalão, Bené Fonteles (organizadores); [tradução Roller Ibañez]. – Brasília: Ararazul, Organização para a Paz Mundial.*

PERALTA, C. E. O pagamento por serviços ambientais como instrumento para orientar a sustentabilidade ambiental: a experiência da Costa Rica. In: GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Rev. Ambient. Água vol. 11 n. 1 Taubaté – Jan. / Mar. 2016.

PHILIPPI JR., A. et al. 2004. *Curso de Gestão Ambiental*. Coleção Ambiental. Manole, Marueri, SP.

PONTES, A. B. P.; Carvalho, W. O.; Maziero, T. A. Projeto Águas Novas – Estudo de caso do sistema de reuso de águas de lavagem dos filtros e decantadores e tratamento do lodo da ETA Juturnaíba. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.

PORTO-GONÇALVES, C.W. 2011. *O Desafio Ambiental*. In: SADER, Emir (Org.) Os porquês da desordem mundial. Mestres explicam a globalização. 2ª edição, Rio de Janeiro: Ed. Record.

PROCÓPIO de O.,P., GRATIVOL, A. D., MIRANDA, C. R. R.(org.) 2008. *Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Biociências e Biotecnologia. Laboratório de Ciências Ambientais. Campos dos Goytacazes. In: *Inserção Curricular da Educação Ambiental nas Escolas Municipais de*

Silva Jardim. MORAIS, M. R. D. de. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2012.

_____. Prolagos. Disponível em: <http://www.prolagos.com.br/quem-somos>
Acesso em: 10/01/2015.

REDE VALE. 2012. Rede de Ensino, Pesquisa e Educação à Distância para a Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Monitoramento da Qualidade da Água*. Caracterização de Efluentes e Variáveis /químicas e Biológicas. Sítio eletrônico: <<http://www.redevale.ita.br>>.

SANTANNA, D. M. B. & MENDONÇA, A. S. F. 2013. *Estimativas de cargas poluidoras em bacia hidrográfica, com ênfase nas cargas geradas para o parâmetro fósforo*. XIV Congresso Mundial de Água. 10º SILUSBA, Porto de Galinhas, PE - Brasil, de 25 a 29 de setembro de 2011. In: DIAS, D. F. dos S. Dissertação: *Qualidade da Água, Consumida pelas Comunidades Residentes no Entorno da Lagoa do Taí, São João da Barra – RJ (Brasil)*. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Mestrado em Engenharia Ambiental – Modalidade Profissional. Campos dos Goytacazes/RJ.

SANTOS, T. G.; VERÍSSIMO, F. A. R.; OLIVEIRA, M. M.; SOUZA, M. A. R.; FERREIRA, M. I. P. Caracterização e monitoramento da qualidade da água do rio São João. IV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica. Campos do Goytacazes – RJ, 2012.

TAIZ, L. R.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4ª Edição, editora Artmed, Porto Alegre, 2009, p.316-331. In: PONTALT, G. C. Nitritos e Nitratos: venenos ou nutrientes? Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

TLILI, S.; JEBALI, J.; BANNI, M.; HAOUAS, Z.; MLAYAH, A.; HELAL, A. N.; BOUSSETTA, H. Multimarker approach analysis in common carp *Cyprinus carpio* sampled from three freshwater sites. © Springer Science + Business Media B.V. 2009. *Environ Monit Assess* (2010).

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e aplicação*. Porto Alegre: ABRH-UFRGS. 2001.

TUNDISI, J.G. *Limnologia e Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos: Avanços Conceituais e Metodológicos*. *Ciência & Ambiente*. v.1, n.21. 2000.

VIEIRA, B.; SOUSA JR., W. Contribuições para abordagem municipal da pegada hídrica: estudo de caso no litoral de São Paulo. *Revista Ambiente & Sociedade*. São Paulo v. XVIII, n. 3, p. 231-252. jul.-set. 2015.

VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos*. 3. Ed.- Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 452p. 2005.

WILLIAMS, H. O que Está no Fundo: Uma Visão Eco-histórica da Poluição da Água no Altiplano Andino. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo v. XVIII, n. 1. p. 183-202. jan.-mar. 2015

ARTIGO CIENTÍFICO II

**ANÁLISE DE METAIS TRAÇO E BIOMARCADOR DE
EFEITO NEUROTÓXICO EM *Cichla orinocensis*
(HUMBOLT, 1821) CAPTURADOS NA REPRESA DE
JUTURNAÍBA – SILVA JARDIM – RJ – BRASIL¹**

**TRACE METALS ANALYSIS AND BIOMARKER
NEUROTOXIC EFFECT IN *Cichla orinocensis* (HUMBOLT,
1821) CAUGHT IN DAM JUTURNAÍBA –SILVA GARDEN
– RJ- BRAZIL**

Marla Regina Domingues de Moraes
Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense
Bióloga/Universidade Salgado de Oliveira

Vicente de Paulo Santos de Oliveira
Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa

Manildo Marcião de Oliveira
Doutor em Ciências/ Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Fazenda Mascate, S/Nº, Aldeia Velha, Silva Jardim, Rio de Janeiro
Brasil. Cel.: (22) 99873-8967. E-mail: marlamrdomingues@gmail.com

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, submetida a revista Engenharia Sanitária e Ambiental.

Resumo

A Represa de Juturnaíba é o único manancial de água doce capaz de abastecer toda a região do Lagos Fluminenses. Metais traços podem surgir naturalmente nos recursos hídricos por meio de processos geoquímicos e intemperismo do material de origem ou a partir das ações antrópicas. Biomarcadores são marcadores biológicos e podem ser utilizados para monitorar a qualidade ambiental e a saúde dos organismos que habitam os ecossistemas poluídos. A acetilcolinesterase é um biomarcador de exposição e efeito neurotóxico que atua nas sinapses neuronais e neuromusculares degradando o neurotransmissor acetilcolina. O Fator de Condição e o Índice Hepatosomático são indicadores de condição de bem estar para peixes. A espécie exótica tucunaré (*Cichla orinocensis*), também conhecida como Tucunaré Borboleta ou Tucunaré Amarelo, foi coletada para a pesquisa por ser um peixe predador, topo de cadeia alimentar. O objetivo dessa pesquisa foi trazer o resultado do monitoramento de metais traço e de biomarcador de efeito neurotóxico na espécie *Cichla orinocensis* na represa de Juturnaíba entre março de 2015 e abril de 2016, comparando com os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira e do Mercosul. A AChE cerebral do tucunaré não apresentou diferença com significância estatística, diferentemente da muscular. Foram analisados os metais Al, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn e As. O Zn, Sr, Al e Fe foram os metais que apresentaram maior concentração no músculo do tucunaré.

Palavras-chave: Metais traço, fator de condição, índice hepatossomático, colinesterase, *Cichla orinocensis*

Abstract

The Juturnaíba Dam is the only fresh water source capable of supplying all of the Lagos Fluminense region. Trace metals can arise naturally in water resources through geochemical processes and weathering of the source material or from the human actions. Biomarkers are biological markers and can be used to monitor the environmental quality and the health of organisms inhabiting polluted ecosystems. Acetylcholinesterase is an exposure biomarker and neurotoxic effect that acts on

neuronal and neuromuscular synapses degrading the neurotransmitter acetylcholine. The condition factor and hepatosomatic Index are welfare status indicators for fish. The exotic peacock bass species (*Cichla orinocensis*), also known as Butterfly Peacock Bass or Peacock Bass Yellow, was collected for the survey to be a predator fish, top of the food chain. The objective of this research was to bring the outcome of trace metals monitoring and biomarker neurotoxic effect on species *Ciclha orinocensis* the dam Juturnaíba between March 2015 and April 2016, compared to the parameters established in the Brazilian legislation and Mercosur. The cerebral tucunaré AChE showed no statistically significant difference, unlike muscle. All metals were analyzed, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn and As. Zn, Sr, Al, Fe were the metals with the highest concentration in tucunaré muscle.

Key-words: Trace metals, condition factor, hepatosomatic index, cholinesterase, *Cichla orinocensis*.

INTRODUÇÃO

Embora o meio ambiente tenha despertado preocupação de forma mais significativa há poucas décadas, com o passar do tempo, esta preocupação vem adquirindo novas dimensões dentro dos mais diversos setores da sociedade mundial. A necessidade de monitoramento e controle da contaminação dos ambientes aquáticos surgiu a partir da presença de xenobióticos como os metais traços, um dos poluentes mais tóxicos e persistentes do ambiente aquático.

A presença de metais traços nos recursos hídricos pode surgir naturalmente por meio de processos geoquímicos e intemperismo do material de origem ou a partir das ações antrópicas. O descarte de efluentes domésticos e industriais e a carga difusa urbana e agrícola podem ser apontados como fontes diretamente relacionadas a essas atividades (HORTELLANI, 2008; MELO, 2012).

O Fator de Condição (FC) é um índice utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem estar do peixe em relação ao ambiente em que vive, servindo também como indicador da qualidade do meio aquático que apresentem xenobióticos que interfiram na biologia dos peixes (ARAÚJO, 2011). Querol, Querol & Gomes (2002) concluíram que o IHS provavelmente está relacionado ao acúmulo de reservas para o período de inverno. O Índice Hepatosomático (IHS) pode ser traduzido como o percentual de massa do fígado em relação ao peso corporal, ou seja, uma forma de

quantificação do estoque de glicogênio (CYRINO et al., 2000; NAVARRO et al., 2006, NAVARRO *et al.*, 2009). O glicogênio é uma maneira de armazenagem da energia consumida pelo peixe, sendo encontrado, em grande quantidade, nos músculo dos peixes e nos tecidos do fígado. Alterações nos teores de glicogênio no fígado e consequentemente no IHS pode indicar estresse ambiental (FIGUEIREDO-FERNANDES *et al.* 2007) .

Os métodos ecotoxicológicos podem funcionar como uma ferramenta na previsão de efeitos tóxicos de agentes físicos, químicos e biológicos, que atuem em certo ecossistema hídrico (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008). Pode até mesmo, gerar informações a respeito da salubridade, vigor dos organismos a partir de análises de bioacumulação e de biomarcadores em organismos importantes para o meio aquático como os peixes (VAN DER OOST et al., 2003).

O uso de biomarcadores para monitorar a qualidade ambiental e a saúde dos organismos que habitam os ecossistemas poluídos tem recebido uma crescente atenção durante os últimos anos (LOPES *et al.*, 2001;. DE LA TORRE *et al.* 2005; OZMEN *et al.* 2007). Diferentes métodos biológicos de alerta precoce foram montados para detectar mudanças na qualidade da água nos ecossistemas de água doce (TORRES DE LEMOS 2007; FERNANDES *et al.* 2002). A razão mais convincente para o uso de biomarcadores está no fato dos mesmos fornecerem informações sobre os efeitos biológicos de poluentes ao invés de uma simples quantificação dos níveis ambientais (WEPENER, 2005).

A acetilcolinesterase é um biomarcador de exposição e efeito neurotóxico. Já utilizado para averiguação de impactos de efluentes agrícolas e industriais (LU et al., 2013). Este biomarcador atua nas sinapses neuronais e neuromusculares degradando o neurotransmissor acetilcolina (MASSOULIÉ et al., 1993, ADAMS, 1992; GALGANI et al., 1992). Após liberação na fenda sináptica, a acetilcolina (Ach) interage com receptores exercendo seus efeitos fisiológicos (ADAMS, 1992). Sendo esta ação, inibida pela presença de agrotóxicos do grupo dos organofosforados e carbamatos (ASSIS *et al.*, 2012).

A represa de Juturnaíba é a principal fonte de água doce para abastecimento humano dos moradores e turistas da Região dos Lagos Fluminenses [(Cabo Frio, Arraial do Cabo, São Pedro d'Aldeia, Iguaba Grande, Araruama, Saquarema, Silva Jardim e Armação dos Búzios), tem uma população residente de aproximadamente 560 mil pessoas (IBGE, 2010), podendo atingir o dobro ou triplo desse total durante a alta temporada, pois se trata de um dos mais famosos destinos turísticos do Estado do Rio de

Janeiro e tem uma área total de 211.740 há]. Permite usos de contato primário, como a natação e o lazer, e, secundários, como passeios turísticos de barco. É responsável pela renda de pelo menos 34 famílias de pescadores tradicionais, na aldeia de pescadores que dá nome à represa.

No ano de 2013, Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ/2013) através da Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva do Núcleo Araruama, expõe que o reservatório apresenta-se assoreado em vários pontos dificultando até mesmo o uso de embarcações em alguns locais. De acordo com o MPRJ (2013) “[...] *Em março de 2007, chegou ao Ministério Público notícia do IBAMA no sentido de que as Concessionárias Águas de Juturnaíba e a Prolagos estariam lançando efluentes do sistema de tratamento de água diretamente no reservatório. O sulfato de ferro e alumínio contidos nos resíduos do processo de decantação, lançados no reservatório, estariam ocasionando o assoreamento das áreas de lançamento, além do risco de contaminação química de peixes. Um laudo técnico produzido pela própria Prolagos teria comprovado a presença de elementos e substâncias químicas em quantidades superiores aos limites legais*”.

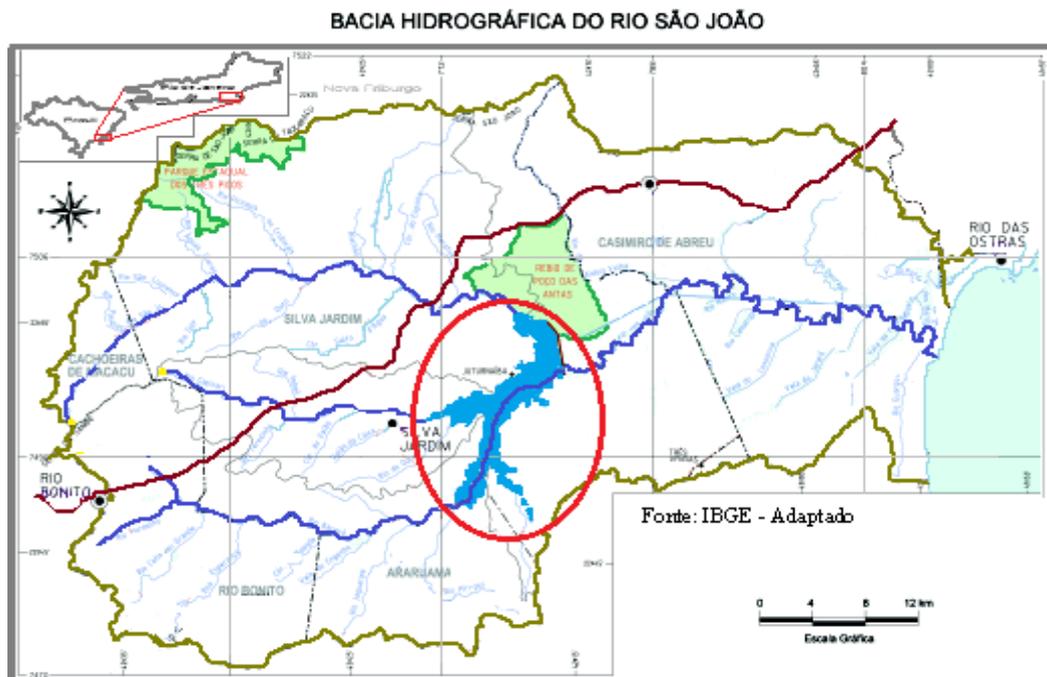
O objetivo deste artigo é trazer o resultado do monitoramento de metais traço e de biomarcador de efeito neurotóxico na espécie *Ciclha orinocensis* na represa de Juturnaíba entre março de 2015 e abril de 2016, comparando com os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira e do Mercosul.

MATERIAL E MÉTODO

Área de Estudo

A represa de Juturnaíba localiza-se na bacia hidrográfica do rio São João (Figura 1), principal rio da bacia e encontra-se na Área de Proteção Ambiental (APA) Federal da Bacia do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

Por se encontrar no interior de uma APA, para realização da pesquisa, primeiramente pediu-se a autorização ao Ministério do Meio Ambiente, via Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/ Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO – N° 47808-1, Código de autenticação: 75476739.



Fonte: IBGE – Adaptado. No interior da circunferência, destaque para a Represa de Juturnaíba.

Espécie Estudada

Na represa de Juturnaíba podem ser encontradas diferentes espécies de peixes nativos. No entanto, a espécie exótica tucunaré (*Cichla orinocensis*), também conhecida como Tucunaré Borboleta ou Tucunaré Amarelo, foi coletada para a pesquisa por ser um peixe predador, topo de cadeia alimentar. Alguns machos apresentam como dimorfismo sexual uma protuberância sobre a cabeça ao atingir a maturidade sexual, como as observadas durante a pesquisa. Segundo Araújo (2009), o *C. orinocensis* Humboldt, 1821, é nativo da bacia do rio Negro, região Norte do Brasil.

Na represa, a espécie tem um nicho ecológico bastante particular: tem preferência pelas primeiras horas da manhã e finais de tarde, por águas calmas, com baixo índice de turbidez e tem como local ótimo, esconderijos próximos aos aguapés (*Eichornia azurea* e/ou *Eichornia crassipes*) localizados junto às margens do rio ou da represa.

Procedimentos Metodológicos

Os resultados da análise da água contidos nesse trabalho resultaram da utilização da coleta feita pela autora no mesmo período, durante a realização de uma pesquisa paralela ao presente estudo.

Fizeram-se três coletas de peixes no reservatório e uma no rio São João (local de referência), intercalando as estações de inverno e verão. Em cada coleta na represa

capturaram-se 11 indivíduos e, no rio, coletaram-se 07. Para a coleta utilizou-se diferentes arte de pesca: 2 barcos a motor, redes de espera (na represa) e varas de anzol (no rio). Armazenaram-se os peixes em recipiente com aerador contendo água do próprio meio aquático. A coleta dos materiais de análise foi realizada num acampamento montado à margem da represa. Os peixes foram identificados, registrados o comprimento total (Lt) e o comprimento padrão (Ls), o peso total (Wt), para determinação do FC. Em seguida foi feita uma secção na coluna cervical, evitando dessa forma sofrimento do animal durante os demais procedimentos. Foram retirados e registrados o peso do fígado (Wf), para o cálculo de IHS, o cérebro e músculo para as análises de Acetilcolinesterase e dosagem de metais traço (apenas no músculo).

Fator de Condição (FC)

Os dados morfométricos (tamanho e peso) foram organizados em uma planilha de dados identificando indivíduo, ponto e data da coleta. O FC (fator de condição) foi calculado como $FC = [\text{peso corporal (g)} / \text{comprimento (mm)}^3] \times 100$. A partir disso, calculou-se através do método dos mínimos quadrados o coeficiente angular (b).

Índice Hepatosomático (IHS)

O fígado, individualmente, foi dessecado e pesado. O índice foi calculado utilizando a fórmula $IHS = [\text{fígado peso (g)} / \text{peso corporal}] \times 100$, ou seja, $IHS = Wf/Wt.100$

Ensaio de colinesterase

Prepararam-se as frações solúveis dos cérebros e músculos amostrados, os quais foram descongelados, secos em papel de filtro e pesados individualmente. Homogeneizou-se os cérebros em tampão fosfato de potássio 0,1 M pH 7,5 a 5°C em homogeneizador tipo Potter-Elvehjem (Potter, 1955) na proporção de 1g de cérebro: 10mL de tampão (10% peso/volume de tampão) e no outro tecido, 1g de músculo:19 ml de tampão(5% peso/volume de tampão). Centrifugou-se o homogeneizado (10000g/30min/5°C) e utilizou-se o sobrenadante nos ensaios enzimáticos. Considerou-se o sedimento da segunda centrifugação fração particulada e, o sobrenadante, fração solúvel. Estas armazenadas a -20°C até o momento do uso. Ensaíram-se as atividades acetilcolinesterásica pelo método de Ellman (1961) adaptado. Para um volume final de reação de 200 µL juntou-se, para medir atividade acetilcolinesterásica, tampão de ensaio (fosfato de sódio 0,1 M pH 7,5 e DTNB 6,4 mM), o substrato acetiltiocolina na concentração final de 1,875 mM e 40 µL da fração solúvel da amostra de peixe. A formação do produto foi medida pela absorção contínua em ensaio cinético, durante 90s a 412 nm, em espectrofotômetro. Para os cálculos da atividade enzimática usou-se o coeficiente de extinção molar de 14.150 M⁻¹ cm⁻¹ do ácido tionitrobenzóico (TNB)

formado. E 1 U (unidade enzimática) foi 1 micrograma de produto (TNB) obtido após 1 min de reação.

Análise de metais

Cerca de 80g de tecido muscular, retirado da região dorsal anterior, foram obtidos por dissecação e estocados em sacos de polietileno tipo “zip”, lavados previamente com ácido nítrico (HNO₃) 5%. As amostras provenientes de 7 a 11 peixes foram estocadas, enviadas e processadas pelo LCA/CBB da UENF. O procedimento de solubilização do tecido muscular deu-se a partir das seguintes etapas: com auxílio de uma balança digital, foi pesado 10,0 g da amostra úmida, as quais permaneceram reagindo em 10 mL de ácido nítrico concentrado 65% em tubos de vidro borossilicato – à temperatura ambiente durante aproximadamente 15 horas (overnight); em seguida os tubos com dedo frio foram transferidos para o bloco digestor à temperatura inicial de 60 °C, com subsequente elevação de temperatura até 120 °C com solubilização total (baseado na USEPA 1994a; Jack & Roose, 2002). Após filtração, as amostras tiveram um volume final aferido ácido nítrico 0,5 N em 25 mL. Os metais Al, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn e As foram determinados por ICPOES Varian 720ES (USEPA 1994b). As análises da amostra certificada DORM 2 (National Research Council Canada) foram realizadas em triplicatas (coeficiente de variação < 10%), e com recuperações para os metais analisados acima de 90%.

Análises Estatísticas

Os resultados de análise de variância – ANOVA ($p < 0,05$) foram obtidos por Excel (versão 2007) Microsoft Office, complementados por pós-teste de Tukey’s Studentized Range em Programa Past 3.12.

RESULTADOS

Os parâmetros físico-químicos da água encontram-se na Tabela 1. O pH da represa de Juturnaíba mostrou-se mais ácido do que o do rio São João.

Tabela 1: Parâmetros físico- químicos da água da Represa de Juturnaíba e do Rio São João.

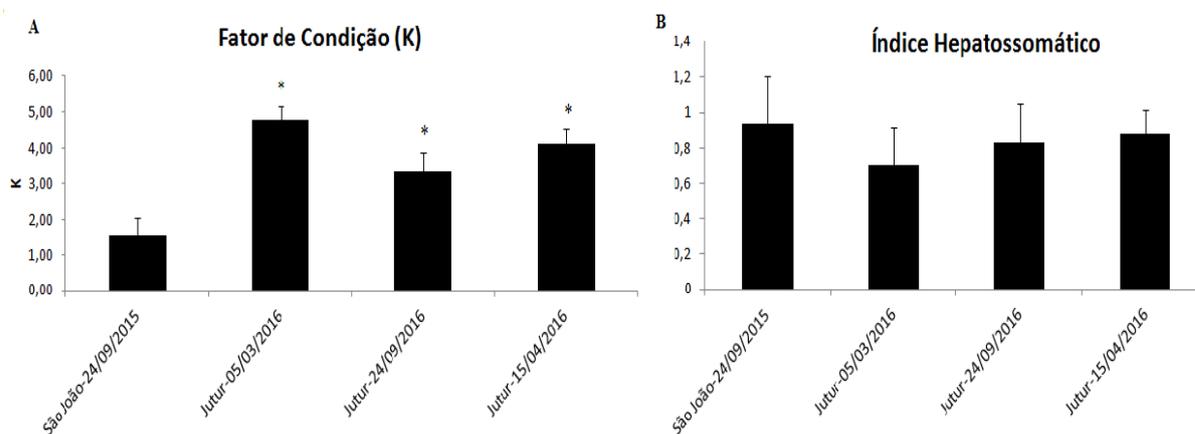
| Parâmetro | | Temp (°C) | pH (<i>sorensen</i>) | OD (mg/L) | STD mg.L ⁻¹ | CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) |
|------------|---------------|-----------|---------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| Coletas | | | | | | |
| Março/2015 | Represa Jutur | 24,6 | 6,22 | 4,9 | 15,00 | 29,69 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|-------|------|------|-------|-------|
| | Rio São João | 24,7 | 6,50 | 7,2 | 15,49 | 31,04 |
| Maio/2015 | Represa Jutur | 22,0 | 6,0 | 8,2 | 18,09 | 35,70 |
| | Rio São João | 21,7 | 6,0 | 7,9 | 16,3 | 32,16 |
| Abril/2016 | Represa Jutur | 21,21 | 6,4 | 6,16 | 16,00 | 33,00 |
| | Rio São João | 21,05 | 6,49 | 7,44 | 14,00 | 28,00 |
| Média | Represa Jutur | 22,6 | 6,2 | 6,4 | 16,4 | 32,8 |
| Média | Rio São João | 22,5 | 6,3 | 7,5 | 15,2 | 31,6 |

Fonte: Própria.

Os fatores de condição dos peixes coletados na represa de Juturnaíba foram maiores que os fatores de condição dos peixes coletados no rio São João.

Figura 2: Índices Somáticos: Fator de Condição (a) e Índice Hepatosomático (b) da espécie *Cichla orinocensis* coletada na represa de Juturnaíba e no rio São João (local de controle).

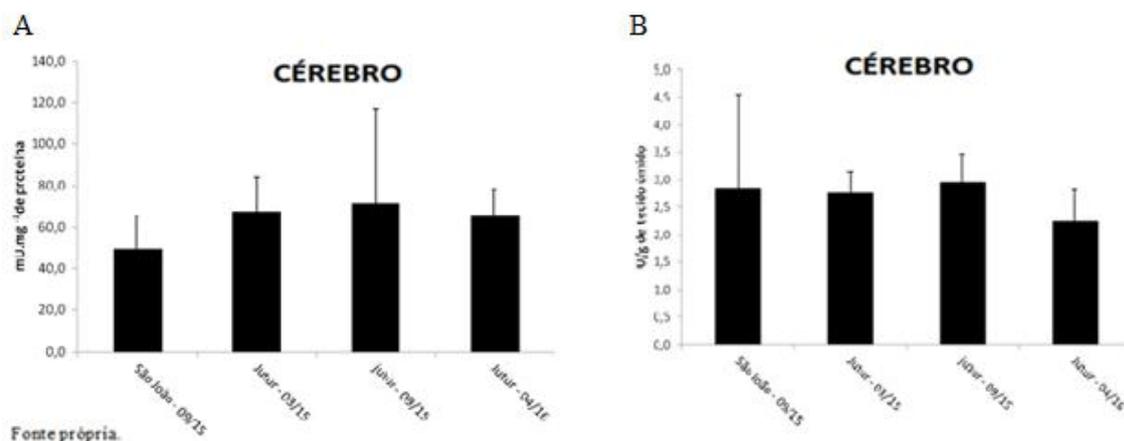


Fonte própria.

Como pode ser visualizado na figura 1, o índice hepatossomático não variou muito, indicando a princípio que os espécimes não estavam submetidos a estresse.

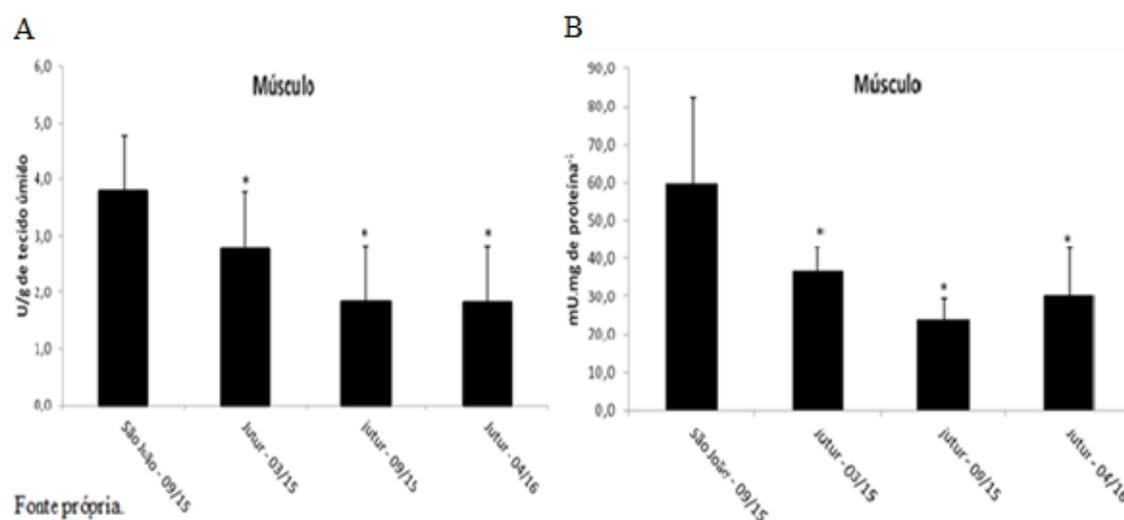
Na avaliação de biomarcadores não foi verificada uma diferença na atividade da acetilcolinesterase (AChE) cerebral (Figura 3) de *Cichla orinocensis*.

Figura 3: Relação da Quantidade de Proteína (a) e de Peso Úmido (b) na Atividade Específica da AChE em Cérebros de *Cichla orinocensis*.



No entanto, houve uma diferença com significância estatística na atividade da acetilcolinesterase (AChE) muscular (na Figura 4).

Figura 4: Atividade específica da AChE em músculo expressos em tecido úmido (a) e mg de proteína (b) de *C. orinocensis*. *Diferença entre as médias ANOVA e test Tukey ($p < 0,05$).



Os resultados obtidos nas análises de metais traço realizadas em músculo de *Cichla orinocensis* (Tabela 2) não ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação brasileira para alimentos, ou seja, Decreto n° 55.871/1965 do Ministério da Saúde que dispõe sobre aditivos em alimentos, Portaria n° 685/1998 da ANVISA, que dispõe sobre os Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos e, seu Anexo, Limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos, bem como pela RESOLUÇÃO - RDC N°- 42/2013 que dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos.

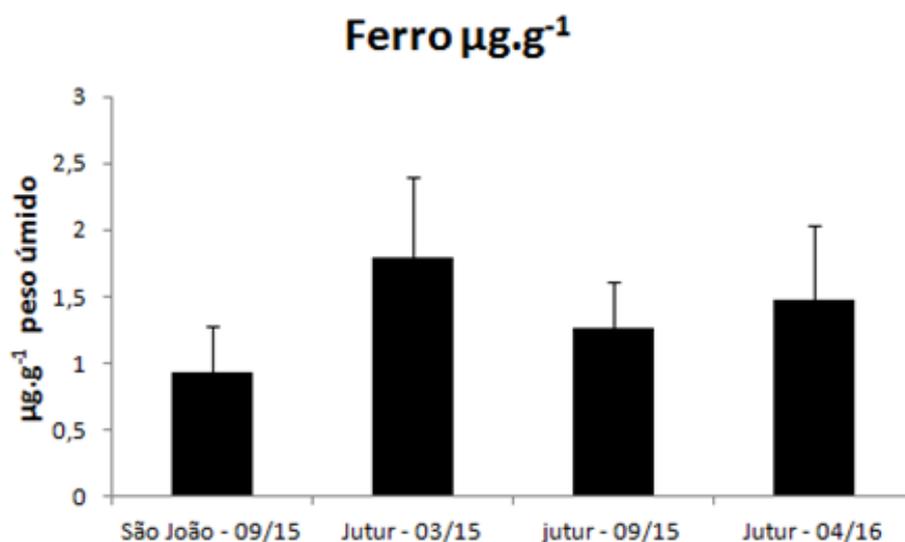
Tabela 2: Concentração de metais-traço encontrados no músculo da espécie *Cichla orinocensis* coletada na represa de Juturnaíba (Jutur) e no rio São João (local de controle). Foi considerado o peso úmido ($\mu\text{g/g}$).

| Coleta Parâmetro | São João 24/09/15 n = 07 | Jutur 15/03/15 n = 11 | Jutur 24/09/15 n = 11 | Jutur 14/04/16 n = 11 | Lim Det | VMP Decreto 55.871/ 1965 | VMP Portaria nº 685/ 1998 | VMP ³ Resol. Merc |
|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Alumínio (Al) Média e DP ² | 1,26 ± 0,41 | 1,81 ± 0,80 | 1,73 ± 0,58 | 1,73 ± 0,75 | 0,02 | - | - | - |
| Bário (Ba) Média e DP | 0,55 ± 0,41 | 0,61 ± 0,45 | 0,44 ± 0,31 | 0,20 ± 0,13 | 0,01 | - | - | - |
| Cádmio (Cd) Média e DP | ¹ nd | nd | nd | nd | 0,004 | 1,00 | 1,00 | 0,05 |
| Cromo (Cr) Média e DP | 0,04 ± 0,01 | 0,04 ± 0,02 | 0,04 ± 0,01 | 0,03 ± 0,01 | 0,01 | 0,10 | - | - |
| Cobre (Cu) Média e DP | 0,19 ± 0,04 | 0,23 ± 0,11 | 0,17 ± 0,06 | 0,13 ± 0,05 | 0,01 | 30,00 | - | - |
| Ferro (Fe) Média e DP | 0,93 ± 0,35 | 1,79 ± 0,60 | 1,27 ± 0,34 | 1,47 ± 0,56 | 0,02 | - | - | - |
| Manganês (Mn) Média e DP | 0,23 ± 0,26 | 0,21 ± 0,10 | 0,12 ± 0,07 | 0,17 ± 0,08 | 0,01 | - | - | - |
| Níquel (Ni) Média e DP | nd | nd | nd | nd | 0,01 | 5,00 | - | - |
| Chumbo (Pb) Média e DP | 0,023 ± 0,007 | 0,025 ± 0,001 | 0,097 | 0,018 ± 0,004 | 0,01 | 2,00 | 2,00 | 0,3 |
| Estrôncio (Sr) Média e DP | 1,74 ± 1,35 | 2,37 ± 1,37 | 1,48 ± 1,11 | 0,69 ± 0,37 | 0,01 | - | - | - |
| Zinco (Zn) Média e DP | 5,54 ± 1,51 | 6,36 ± 2,19 | 5,39 ± 1,50 | 3,67 ± 1,05 | 0,01 | 50,00 | - | - |
| Arsênio (As) Média e DP | nd | nd | nd | nd | 0,03 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Fonte Própria. 1. Não detectado. 2. Desvio Padrão. 3. Resolução (Mercosul) - RDC nº- 42/2013.

Analisando os resultados da ANOVA percebe-se que os metais Cobre, Ferro e Estrôncio apresentaram diferenças entre as médias (Figura 5). No entanto, pelo Test de Tukey, apenas o metal ferro apresentou diferença entre a coleta no rio São João e a coleta na Represa de Juturnaíba realizada em 03/2015.

Figura 5: Análises de metais traço realizadas em músculo de *Cichla orinocensis*.
*Diferença entre as médias ANOVA ($p < 0,05$) e Test de Tukey.



Fonte própria.

DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos analisados ficaram dentro do estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. O pH do rio São João apresentou-se menos ácido do que o da represa de Juturnaíba. Atualmente a água da represa de Juturnaíba tem característica ácida, diferentemente do que apontou Bidegain (2005), onde a represa de Juturnaíba tinha pH neutro a alcalino, tendo sido registrado pH 7,9 em 2001.

O Fator de Condição (FC) em nosso estudo indicou que as espécies encontradas na represa estão com maior hígidez do que os espécimes capturados no rio São João. Da coleta nos meses de 03/2015 e 04/2016, respectivamente estação verão e início do outono, foram alométricos positivos, ou seja, houve incremento de peso em relação ao comprimento, talvez pela estação ser caracterizada por maior oferta de alimentos, pois como é sabido, o FC é um índice utilizado na avaliação do estado fisiológico dos peixes, onde indivíduos com uma maior massa em um dado comprimento pressupõe-se que estejam em melhores condições (Lima-Junior *et al*, 2002; Câmara *et al*, 2011), fato observado nessas coletas. Segundo Vazzoler (1996) este índice apresenta o estado de

nutrição dos indivíduos, permitindo uma relação entre às variações ambientais, ao processo reprodutivo e aos aspectos comportamentais dos peixes. O FC também tem sido utilizado como uma ferramenta para avaliação de impacto ambiental (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Araújo (2011) encontrou em Bertioga e Piaçaguera coeficiente angular (*b*) semelhantes e significativamente menores que 3, ou seja, alométrico negativo. Enquanto Cananéia apresentou um valor maior e próximo de 3 oscilando entre alométrico positivo e isométrico.

Na presente pesquisa, índice hepatossomático (IHS) não variou entre as estações, indicando a princípio que os espécimes não estavam submetidos a estresse. Einhardt *et al.* (2011) encontraram em sua pesquisa com traíra *Hoplias malabaricus* o índice hepatossomático (IHS) médio de $1,012 \pm 0,24$, segundo eles, semelhante ao encontrado por Becker *et al.* (2010) para a mesma espécie em lagoas de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul. Os pesquisadores avaliaram traíras com tamanho médio de 38,2cm e encontraram IHS médio de $1,15 \pm 0,13$, resultados semelhantes também encontrados também para outros Characiformes em estudos de Tavares-Dias *et al.* (2000), onde *Piaractus mesopotamicus* apresentaram IHS médio de $1,050 \pm 0,140$, *Leporinus macrocephalus* $1,070 \pm 0,250$ e híbridos de tambacu *Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum* obtiveram índice IHS de $1,090 \pm 0,220$. No decorrer dos meses analisados observou-se um aumento no IHS médio, atingindo o ápice no mês de junho. Hartz *et al.* (1996) estudando a dieta da espécie carnívora *Oligosarcus jenynsii* na Lagoa Caconde RS, também encontrou maiores índices nesse mesmo período.

A atividade da acetilcolinesterase pode ter sua função inibida por agrotóxicos organofosforados e carbamatos (STURM *et al.*, 2000, OLIVEIRA RIBEIRO, 2005; SILVA DE ASSIS, 2005; ARAÚJO, 2015). Estudos comprovam que essa enzima pode ser inibida por outros xenobióticos como metais pesados e hidrocarbonetos (ZINKL *et al.*, 1991; DIAMANTINO *et al.*, 2000).

Não houve alteração da atividade AChE cerebral, indicando a ausência de condição que promova efeito neurotóxico capaz de favorecer disfunções cerebrais na espécie. No entanto, a atividade AChE muscular nos tucunarés (*Cichla orinocensis*) na Represa de Juturnaíba apresentaram-se mais baixas em relação ao local de referência (rio São João), demonstrando que talvez tenham sido inibidas. A represa de Juturnaíba recebe contaminação difusa e pontual. Pelos rios Capivari e Bacaxá adquire as descargas de efluentes urbanos. Sendo que este último tem próximo a seu leito um lixão desativado

em abril de 2014, o qual recebia materiais oriundos de diferentes setores do município de Rio Bonito. No município de Araruama, as concessionárias de águas liberavam seus rejeitos de alumínio e ferro, no próprio reservatório como afirmado pelo MP (2013). Em seu entorno tem propriedades com lavouras de cana-de-açúcar e laranjas. Para esse tipo de cultivo tem sido utilizados produtos a base de carbamatos e organofosforados, que são pesticidas que inibem a atividade AChE (LIONETTO 2012). Logo, a inibição da atividade AChE muscular nos tucunarés da represa, podem estar relacionada a essa prática. Outra possibilidade para este resultado está na possibilidade de ter ocorrido uma ativação da atividade enzimática no Rio São João, haja vista que o ambiente escolhido como referência não é totalmente isento de impactos provocados por xenobióticos, tal como o uso do produto Tordon, um herbicida à base de diclorofenil, utilizado nas áreas de pastagens, que pode ser carregado para o curso d'água, corroborando com a pesquisa de Rossi et al (2011) com tilápias (*Tilapia rendalli*), a qual observou que a atividade da AChE aumentou nas concentrações mais elevadas de diuron (produto a base de diclorofenil), indicando uma estimulação que poderia interferir com a demanda energética e causar distúrbios fisiológicos, além de afetar a locomoção e o equilíbrio dos peixes.

Galgani (1992) identificou evidência de variação na atividade da colinesterase nos peixes ao longo de um gradiente de poluição no Mar do Norte tanto nas análises do cérebro quanto de músculos de *Limanda limanda*.

Guiloski *et al* (2013) destacou que a atividade da AChE foi inibida no cérebro do *Corydoras paleatus* por carbaril e metil paration, sugerindo que este tecido é mais sensível à exposição ao pesticida. Carbaril e deltametrina não mostraram efeitos significativos no que diz respeito à atividade AChE muscular em nenhuma das concentrações testadas. Apesar dos agrotóxicos organofosforados e carbamatos serem inibidores importantes, metais traço (Hg, Cd, Pb, Cu e Zn) também são responsáveis por inibições de AChE (COIMBRA et al., 2013). O alumínio, por sua vez, pode ter comportamento antagônico, pois em peixes pode promover aumento da atividade específica de AChE em pH ácido (SENGER, 2011).

Sabe-se que mesmo quando a água apresenta níveis compostos abaixo da concentração máxima tolerada pela legislação, os seres aquáticos tem a tendência de acumular metais pesados e contaminantes orgânicos em seus tecidos, ocasionando risco de contaminação dentro da cadeia trófica (BARANOWSKA et al., 2005). No caso de peixes, a ingestão de água e de alimentos representa o caminho de entrada de contaminantes nesses seres. Se a quantidade tóxica de um metal encontrada num curso d'água for alta o suficiente

para inibir o crescimento de no mínimo uma parte dos organismos planctônicos, poderá ocorrer o comprometimento de toda a cadeia trófica, levando-se em conta a bioacumulação e os efeitos crônicos que o metal pode provocar (CAMPOS, 2002).

Os elementos não essenciais, como As, Cd, Mn, Ni, Pb e Ba, normalmente não tem uma função biológica conhecida para o metabolismo (LIMA, 2013). Entretanto, os metais essenciais, se ingeridos em altas concentrações podem se tornar extremamente tóxicos para os organismos aquáticos (MANGAL, 2001; MIRANDA-FILHO *et al.*, 2011; MOREIRA *et al.*, 1996). Neste trabalho o As, Cd e o Ni não foram detectados. O Ba, Cr e o Mn tiveram valores abaixo do VMP estabelecido pelas legislações consultadas. O bário (Ba), o chumbo (Pb) e o cromo (Cr) são metais que podem levar a efeitos diversos como neurotoxicidade e carcinogenicidade. Em elevadas concentrações o Ba causa efeitos no coração, no sistema nervoso, constrição dos vasos sanguíneos, elevando a pressão arterial (CETESB, 2009). Na forma trivalente, o Cr é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno (Ibidem). Nessa pesquisa, a concentração desses metais ficou abaixo do VMP pelo Decreto nº 55.871/1965 do Ministério da Saúde e pela Portaria nº 685/1998 da ANVISA, bem como pela Resolução - RDC Nº- 42/2013 - Regulamento Técnico MERCOSUL. O Ba não tem VMP estabelecido nessas legislações consultadas.

Araujo (2010) detectou que no músculo do peixe Acará (*Geophagus brasiliensis*) o Cr e o As se encontravam muito acima do VMP estabelecido pelo Ministério da Saúde (1.998) para aquele metal, em todos os pontos de coleta no Rio Piracicaba, MG. Segundo o mesmo autor, os ribeirinhos fazem uso desse peixe em sua dieta diária. Segundo ele, o As achado denota que a cadeia trófica está sujeita à bioacumulação em função do metal analisado. Lima (2013) afirma que intoxicação crônica provoca feridas, câncer de pele, danos a órgãos vitais.

No presente trabalho, a concentração de chumbo encontrada no músculo do *Cichla orinocensis* foi abaixo do VMP pelas leis brasileiras supracitadas. O Pb em exposição prolongada são observados efeitos renais, cardiovasculares, neurológicos e nos músculos e ossos, entre outros. É um composto cumulativo provocando envenenamento crônico denominado saturnismo.

Nessa pesquisa, o Al, o Fe e o Ba foram encontrados no músculo do Tucunaré Borboleta. No entanto, no Brasil não existe uma legislação que estabeleça o VMP de consumo desses metais em pescado. Porém, Vignoli (2013) afirma ter encontrado valores bastante expressivos de Al, Fe e Ba na água da represa de Juturnaíba, em seu

trabalho sobre a caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio São João, Silva Jardim - Rio de Janeiro.

A principal via de exposição humana não ocupacional ao alumínio é pela ingestão de alimentos e água. Vale destacar que pH mais ácido é fator determinante para biodisponibilização de metais na água, o alumínio (Al) é mobilizado para água (Camilleri *et al.*, 2003). O Al em águas com pH ácido pode desencadear o declínio de populações de peixes (Kida, 2012), como aconteceu com populações nativas de peixes escandinavos (NARCIZO, 2009).

Correia (2008) afirma que muitos metais têm o papel de disruptores endócrinos e dentre eles destaca-se o alumínio que, além de afetar o sistema endócrino de algumas espécies de peixes, pode alterar a deposição e/ou mobilização de substratos energéticos nestes animais.

Freitas (2001) apud Lins et al. (2010) detectou a contaminação por alumínio em águas de abastecimento público coletadas de rios e córregos do Estado do Rio de Janeiro. Correia (2008) pesquisando o *Astyanax fasciatus*, animal nativo da bacia do alto Tietê, detectou que o alumínio causou aumento do estradiol no plasma daquela espécie.

Narcizo (2009) em sua pesquisa sobre a avaliação da exposição aguda do alumínio e variações do pH na expressão de gonadotropinas em *Oreochromis niloticus* (Teleostei Cichlidae), ela percebeu que o fígado da espécie não apresentou concentração de alumínio de forma diferenciada em relação aos grupos do experimento. No entanto, o tecido muscular apresentou maior concentração nos grupos em que esse metal apresentava pH neutro ($P= 0,002$) e ácido ($P< 0,001$). De Souza (não publicado) no estudo de elementos traço (Al, Cr, Fe, Cd) na represa de Juturnaíba encontrou uma concentração de alumínio na água acima do VMP pela resolução CONAMA 357/2005, durante o projeto Juturnaíba Viva, da Associação Mico-Leão-Dourado, entre abril de 2010 e fevereiro de 2011.

Embora não conste na legislação brasileira e nem na legislação do MERCOSUL o VMP para ingestão humana de pescado com alumínio, é visível que o *Cichla orinocensis* está acumulando alumínio em seus músculos (a parte mais consumida de peixes), pois segundo Kida (2012), em sua pesquisa sobre a concentração de alumínio nos tecidos como potencial biomarcador em *Xiphophorus helleri* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Poeciliidae), cita que dados da CETESB apontam que no estado de São Paulo em diversas regiões esse metal ultrapassa o limite permitido pelo CONAMA 357, inclusive em águas destinadas para o consumo público. Corroborando com Andrade (2010) que constatou que a concentração de alumínio e de outros metais nas águas superficiais do Rio

Piracicaba não se adequava aos requisitos estabelecidos pela mesma Resolução para a classe 3. Já Moraes (2009), destaca que concentração de metais pesados em peixes teleosteo do rio Piracicaba, Minas Gerais, especificamente de Al foi $259,15\mu\text{g/g}^{-1}$. Vignoli (2013b) encontrou nas três estações de monitoramento que colocou na Represa de Juturnaíba valores entre 5,6 a $4617\mu\text{g/L}$ de alumínio na água. Cerca de vinte vezes maior que o VMP pela Resolução CONAMA 357/2005. Com a concentração encontrada no músculo do tucunaré na presente pesquisa, confirma-se um início de processo de bioacumulação desse metal. Contudo, estes teores são comparáveis a ambientes considerados poucos contaminados pelo metal em foco.

Por se tratar de um ambiente onde ocorre captação de água para consumo humano, este resultado dispara um sinal de alerta para possíveis efeitos relacionados à cronicidade de compostos de especiação química do alumínio. Haja vista a inexistência de uma legislação brasileira que traga VMP para o consumo de pescado que contenham esse metal. Embora não haja a indicação de carcinogenicidade para o metal em foco, Andrade (2010) destaca que principais efeitos nocivos associados à saúde humana decorrente da intoxicação crônica por ele são Osteoporose, Alzheimer, Parkinson e hiperatividade em crianças. No pretérito não se possuía tecnologia suficiente capaz de detectar quão nociva a ingestão de certas concentrações de metais poderia se mostrar à saúde humana. Logo, a criação de uma legislação brasileira que traga os parâmetros da concentração desse e dos demais metais em pescado, torna-se necessária e urgente.

Segundo Costa *et al.* (2008) para se recuperar rios degradados necessita-se da implantação de sistema de tratamento de esgoto, fiscalização em relação ao lançamento dos efluentes industriais, aplicação de multas e penalidades referentes ao descumprimento da legislação ambiental, instalação de aterros sanitários, reflorestamento, manutenção de mata ciliar e formação continuada em educação ambiental abrangendo todos os atores sociais. Se ações semelhantes fossem implantadas em toda a bacia hidrográfica do rio São João, em especial à represa de Juturnaíba, seria possível manter por um maior período a vida útil do reservatório.

Analisando os dados obtidos verificou-se que há necessidade da sistematização e aplicação de um Programa de Gerenciamento e Recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio do São João (PGR-BH RSJ). Certamente não se trata de tarefa simples e demanda recursos técnicos e investimentos financeiros. No entanto, o PGR-BHRSJ se apresenta como condição essencial para a sustentabilidade da região e preservação da saúde pública.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu uma análise de múltiplos parâmetros na espécie exótica *Cichlia orinocencis* (tucunaré borboleta) coletada na represa de Juturnaíba para a comparação com os itens estabelecidos pela legislação brasileira e internacional (MERCOSUL) para metais traço em peixes. E biomarcadores para ampliar o conhecimento toxicológico da espécie em estudo. Desta forma concluímos que:

- Os metais analisados no músculo de *Cichlia orinocencis* não apresentaram níveis acima dos VMP pelas legislações consultadas. Contudo, alguns metais, entre eles o Al, Ba, Fe, Mn e Sr, não apresentam em nenhuma legislação consultada valores de VMP que sirvam de referência. Entretanto, comparando-se com concentração de metais em outros ambientes, a faixa encontrada é comparada a ambientes pouco contaminados.
- Percebeu-se um dinamismo no pH da represa de Juturnaíba, a qual em 2001 encontrava-se neutro, em 2013 básico, e, na atual pesquisa, encontra-se levemente mais ácido. Esta condição de acidez, se crescente, pode atingir níveis capazes de promover mobilização de metais que se encontram no sedimento da represa.
- O alumínio, em pH ácido torna-se biodisponível e, a intoxicação crônica pelo mesmo pode ocasionar osteoporose, Alzheimer, Parkinson e hiperatividade em crianças.
- Os níveis Al encontrado no músculo de *Cichlia orinocencis* são considerados baixos, não afetando ainda a homeostasia dos peixes, como indicado pela análise de fator de condição. Entretanto, estes níveis indicam processo de bioacumulação em curso.
- Não houve alteração na atividade da AChE cerebral, quando peixes coletados na represa são comparados aos coletados no rio São João. Entretanto, foi detectada inibição na AChE muscular nos peixes coletados na represa, não sendo possível detectar o xenobiótico causador da inibição da enzima, podendo ser tanto agrotóxicos quanto metais.

Diante dos resultados encontrados, um PGR-BHRSJ se apresenta como condição essencial para a preservação da saúde pública e a sustentabilidade regional.

PERSPECTIVAS

Sugere-se para um próximo trabalho que sejam feitas pesquisas referentes a:

- Monitoramento do pH da água da represa, devido a possibilidade da biodisponibilização de metais em pH ácido;
- Análise de metais na água, no sedimento e macrófitas da represa de Juturnaíba;
- Análise de metais na água e no sedimento do rio Bacaxá, trecho próximo ao lixão e um monitoramento ao longo de todo o rio até a represa;
- Análise de solo no alto rio São João, para verificação de possível fonte natural de alumínio, pois esse metal pode aumentar a atividade AChE.
- Análise do conteúdo estomacal do tucunaré para verificação quanto a presença de alumínio em suas presas (espécies predadas);
- Análise de cianobactérias, pois algumas variedades podem inibir a atividade da AChE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, H. R. Drogas que Atuam Sobre os Sistemas Nervosos Somático e Autonômico. In: BOOTH, N. H.; McDONALD, L. E. Farmacologia e Terapêutica em Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 57-109.

AL-SABTI, K. Chlorotriazine reactive azo red 120 textile dye induces micronuclei in fish. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 47, 149–155. 2000

AL-SABTI, K., & METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutation Research*, 343, 121–135. 1995.

ALVES, F. L.; CADORE, S.; JARDIM, W. F.; ARRUDA, M. A. Z.; *J. Braz. Chem. Soc.*, 12, 799. 2001

ANDRADE, M. T.; VEADOR, M. A. R. V.; MENEZES, M. A. B. C.; ALÍPIO, V. C. Análise da Concentração de Metais Pesados no Rio Piracicaba, Minas Gerais. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção Maturidade e desafios da Engenharia de

Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.

ARAUJO, C. S. O.; BARROS, M. C.; GOMES, A. L. S.; VARELLA, A. M. B.; VIANA, G. M.; SILVA, N. P.; FRAGA, E. C.; ANDRADE, S. M. S. Parasitas de populações naturais e artificiais de tucunaré (*Cichla spp.*). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, Jaboticabal, v. 18, n. 1, p. 34-38, jan.-mar. 2009.

ARAÚJO, C. C.; FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R. L.. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

ARAÚJO, T. M. R. Degradação do Paration Metílico em Diferentes Matrizes Aquosas: Dados Cinéticos e Relação entre o Aumento da Toxicidade e a Formação do Paraoxon Metílico. Tese de Doutorado. Centro de Ciências e Tecnologia – CCT, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2015.

ASSIS, C. R. D.; LINHARES, A. G.; OLIVEIRA, V. M.; FRANÇA, R.C.P.; CARVALHO, E. V. M. M.; BEZERRA, R. S.; DE CARVALHO JR., L.B. Comparative effect of pesticides on brain acetylcholinesterase in tropical fish. *Science of the Total Environment* vol. 441, p. 141–150, 2012.

BARANOWSKA, I.; BARCHAŃSKA, H.; PYRSZ, A. Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain *Chemosphere*. Vol. 60, n. 11, , p. 1590–1599 Setembro 2005

BASTOS, W. R.; MALM, O.; PFEIFFER, W. C.; CLEARY, D. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon-Brazil. *Ciência & Cultura*, v. 50, n. 4, p. 255-260, 1998.

BIDEGAIN, P. e VOLCKER, C. M. *Bacias Hidrográficas dos Rios São João e das Ostras — Águas, Terras e Conservação Ambiental*. - Rio de Janeiro: Consórcio

Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ153 p.: II, 2005.

BOSSO, S. T.; Enzweiler, J.; *Quim. Nova* 2008, 31, 394.

CAMARA E. A.; CARAMASCHI, E. P.; PETRY, A. C. Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em Pesquisas ecológicas com peixes. *Oecologia Australis* v. 15, n. 2, p. 249-274. 2011. In: COIMBRA, R. S. C.; MASCARENHAS, M. S.; SARAIVA, V. B.; OLIVEIRA, V. P. S.; OLIVEIRA, M. M. Biomarcadores em *Hoplias malabaricus* na Lagoa Imboassica (não publicado).

CAMPOS, M. L. A. M. ; BENDO, A.; VIEL, F. C. Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. *Quim. Nova*, Vol. 25, No. 5, 808-813, 2002.

CAMILLERI, C., MARKICH ,S. J., NOLLER , B. N. TURLEY , C. J.; PARKER, G., VAN DAM R. A., Silica reduces the toxicity of aluminium to a tropical freshwater fish (*Mogurnda mogurnda*). *Chemosphere* 50 (2003) 355–364

CANLI, M.; ATLI, G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, v. 121, p. 129–136, 2003.

CYRINO, J.E.P.; PÓRTZ L, M. R.C.I. Retenção de proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus Salmoides*. *Sci Agric*, v.57, p.609-616, 2000.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 19/12/2014.

CORREIA, T. B. Influência do alumínio e do pH ácido sobre a fisiologia reprodutiva de peixes teleósteos continentais. Dissertação de Mestrado. 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41135/tde-08072008-101214/pt-br.php>> Acesso em 02/07/2016.

COSTA, S. C.; HARTZ, S. M. Evaluation of trace metals (cadmium, chromium, copper and zinc) in tissues of a commercially important fish (*Leporinus obtusidens*) from

Guaíba Lake, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 52, n. 1, p. 241-250, 2009.

CUI, B.; ZHANG, Q.; ZHANG, K.; LIU, X.; ZHANG, H. Analyzing trophic transfer of heavy metals for food webs in the newly-formed wetlands of the Yellow River Delta, China. *Environmental Pollution*, v. 159, p. 1297-1306, 2011.

DE LA TORRE, F. R., FERRARI, L., & SALIBIAN, A. Biomarkers of a native fish species (*Cnesterodon decemmaculatus*) application to the water toxicity assessment of a peri-urban polluted river of Argentina. *Chemosphere*, 59, 577–583. 2005.

DE SOUZA, M. D. C.; WASSERMAN, J.; DE SOUZA, G. V. C.; SILVA-FILHO, E. V. Estudo de elementos traço (Al, Cr, Fe, Cd) na Represa de Juturnaíba – Silva Jardim / RJ. Não publicado.

EINHARDT, M. D. S.; CAVALHEIRO, A. C. M.; TAVARES, R. A.; PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F. Análise do Índice Hepatosomático da Traíra *Hoplias malabaricus* no Sul do Rs. Disponível em: < <http://www.sovergs.com.br/site/38conbravet/resumos/703.pdf> > 2011. Acesso 02/07/2016.

ELLMAN, G. L. *et al.* A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology* 7: 88-95, 1961.

FASSEL, V. A. & KNISELEY, R. N. (1974) Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 46 (13): 1110-1120 p.

FERNANDES, D., Potrykus, J., MORSIANI, C., RALDÙA, D., LAVADO, R., & PORTE, C. (2002). The combined use of chemical and biochemical markers to assess water quality in two low-stream rivers (NE Spain). *Environmental Research*, 90, 169–178.

FIGUEIREDO-FERNANDES, António *et al.* Histopathological changes in liver and gill epithelium of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, exposed to waterborne copper. *Pesq. Vet. Bras.*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, p. 103-109, Mar. 2007.

GALGANI, F.; BOCQUENÉ, G.; CADIOU, Y. Evidence of variation in cholinesterase activity in fish along a pollution gradient in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, v. 91, p. 72-82, 1992.

GUILOSKI, I. C.; ROSSI, S. C.; SILVA, C. A.; ASSIS, H. C. S. Insecticides biomarker responses on a freshwater fish *Corydoras paleatus* (Pisces: Callichthyidae). *Journal of Environmental Science and Health, Part B* (2013) 48, 272–277.

GOMES, M. V. T.; SATO, Y. Avaliação da contaminação por metais pesados em peixes do Rio São Francisco à jusante da represa de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 6, n. 1, p. 24-30, 2011.

HORTELLANI, M. A.; SARKINS, J. E. S; ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. P. M.; *Quim. Nova* 2008, 31, 10.

ITO, K. M.; GHISI, N. C.; PRIOLI, A. J; OLIVEIRA, E. C. Relação Peso-Comprimento e Fator de Condição do Lambari *Astyanax Aff. Paranae* (Pisces) em Trechos de Rio com Diferentes Níveis de Contaminação. III SIAUT – Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão.

JACK, R; ROOSE, M. 2002. Analysis of Fish Tissue from Long Lake (Spokane River) for PCBs and Selected Metals. Washington State Department Ecology. Publication No. 0203049.

LEE, Y. H.; HULTBERG, H.; ANDERSSON, I. Catalytic effect of various metal ions on the methylation of mercury in the presence of humic substances. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 25, p. 391-400, 1985.

LIMA, D. M. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil / Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. Macapá, 2013.

LIONETTO, M. G.; CARICATO, R.; CALISI, A.; SCHETTINO, T. Acetylcholinesterase Inhibition As A Relevant Biomarker In Environmental Biomonitoring: New Insights And Perspectives. In: *Ecotoxicology around the Globe*. Nova Science Publishers, Inc. 2012.

LOPES, P. A., PINHEIRO, T., SANTOS, M. C., MATHIAS, M. L., COLLARES-PEREIRA, M. J., & VIEGAS-CRESPO, A. M. (2001). Response of antioxidant enzyme in freshwater fish populations (*Leuciscus alburnoides* complex) to inorganic pollutants exposure. *Science of the Total Environment*, 280, 153–163.

LU, G.; YANG, X.; LI, Z.; ZHAO, H.; WANG, C. (2013) Contamination by metals and pharmaceuticals in northern Taihu Lake (China) and its relation to integrated biomarker response in fish. *Ecotoxicology* 22:50–59

LUNA, L.G. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3.ed. New York: MacGraw-Hill, p.38-39. 1968.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental. São Paulo: Prodquímica, 1994. 95p.

MORAIS, A. C. T. Concentração de Metais Pesados em Peixes Teleósteo do Rio Piracicaba, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa. 2009.

MASSOULIÉ, J.; PEZZEMENTI, L.; BON, S.; KREJCI, E.; VALLETTE, F.M. (1993). Molecular and cellular biology of cholinesterases. *Progress in Neurobiology* 41: 31-91.

MENESES, T. S. Fauna, pesca e contaminação por metais pesados em pescado no litoral de Sergipe. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Tiradentes, Aracaju, 2008.

MONSERRAT, J. M., MARTINEZ, P. E., GERACITANO, L. A., AMADO, L. L., MARTINS, C. M. G., PINHO, G. L. L., et al. Pollution biomarkers in estuarine animals: Critical review and new perspectives. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 146, 221–234. 2007.

MUTO, E. Y.; SOARES, L. S. H.; SARKIS, J. E. S.; HORTELLANI, M. A.; PETTI, M. A. V.; CORBISIER, T. N. Biomagnificação de mercúrio na teia trófica marinha da baixada Santista (SP). *Oceanografia e Políticas Públicas*, v. 43, p. 12-17, 2011.

NARCIZO, A. M. Avaliação da Exposição aguda do alumínio e variações do pH na expressão de gonadotropinas em *Oreochromis niloticus* (Teleostei Cichlidae). Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. Departamento de Fisiologia Geral. 2009.

NAVARRO, R. D.; SILVA, R. F.; RIBEIRO FILHO, O. P.; CALADO, L. L.; REZENDE, F. P.; SILVA, C. S.; SANTOS, L. C. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. *Zootec Trop*, v.24, p.22-33, 2006.

NAVARRO, R. D.; RIBEIRO FILHO, O. P.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, F. K. S. A importância das vitaminas E, C e A na reprodução de peixes: revisão de literatura. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.20-25, jan./mar. 2009. Disponível em <www.cbra.org.br>

OLIVEIRA RIBEIRO, C. A.; SILVA DE ASSIS, H. C. AChE inhibition as a biomarker for pollutants contamination in tropical aquatic ecosystems. In: PARVEEN, M.; KUMAR, S. (Eds). *Recent Trends in the Acetylcholinesterase System*. Netherlands:[s.n.], p.103-124. 2005.

OZMEN, M.; AYAS, Z.; GUNGURDU, A.; EKMEKCI, G. F. & YERLI, S. Ecotoxicological assessment of water pollution in Sariyar Dam Lake, Turkey. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 163–173. 2007.

PEREIRA, P.; PABLO, H.; PACHECO, M.; VALE, C. The relevance of temporal and organ specific factors on metals accumulation and biochemical effects in feral fish (*Liza aurata*) under a moderate contamination scenario. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 73, p. 805–816, 2010.

QUEROL, M. V. M.; QUEROL, E.; GOMES, N. N. A. Fator De Condição Gonadal, Índice Hepatosomático e Recrutamento como Indicadores do Período de Reprodução de *Loricariichthys Platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia Do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 92(3):79-84, 30 de setembro de 2002.

ROSSI, S. C.; SILVA, M. D.; PIANCINI, L. D. S.; RIBEIRO, C. A. O.; CESTARI, M. M. H.; ASSIS, C. S. Sublethal Effects of Waterborne Herbicides in Tropical Freshwater Fish. *Bull Environ Contam Toxicol* (2011) 87:603–607.

SANTOS, L. N.; GONZALEZ, A. F.; ARAÚJO, F. G. Dieta do tucunaré-amarelo *Cichla monoculus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes, Cichlidae), no Reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Revta bras. Zool.* 18 - SuPl. 11: 191 - 204. 2001. Disponível em: <
[https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Araujo10/publication/250038371_Dieta_do_tucunar-amarelo_Cichla_monoculus_\(Bloch__Schneider\)_\(Osteichthyes_Cichlidae\)_no_Reservatorio_de_Lajes_Rio_de_Janeiro_Brasil/links/0c9605366e2b3b346f000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Araujo10/publication/250038371_Dieta_do_tucunar-amarelo_Cichla_monoculus_(Bloch__Schneider)_(Osteichthyes_Cichlidae)_no_Reservatorio_de_Lajes_Rio_de_Janeiro_Brasil/links/0c9605366e2b3b346f000000.pdf)> Acesso em 02/07/2016.

SENGER, M. R.; SEIBT, K.J.; GHISLENI, G.C. DIAS, R.D.; BOGO, M.R.; BONAN, C.D. Aluminum exposure alters behavioral parameters and increases acetylcholinesterase activity in zebrafish (*Danio rerio*) brain. *Cell Biol Toxicol.* Vol. 27, p.199–205, 2011.

STURM, A. et al. Different sensitivity to organophosphates of Acetylcholinesterase and Butyrylcholinesterase from Three-spined Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) application in biomonitoring. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 19, p. 1607-1615, 2000.

TORRES DE LEMOS, C., MILAN RODEL, P., REGINA TERRA, N., D'AVILA DE OLIVEIRA, N. C., & ERDTMANN, B. River water genotoxicity evaluation using micronucleus assay in fish erythrocytes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 66, 391–401. 2007.

WEPENER, V. Application of active biomonitoring within an integrated water resources management framework in South Africa. *S Afr J Sci* 104:367–373. 2008.

WEPENER, V; VAN VUREN J. H. J; CHATIZA, F. P; MBIZI, Z; SLABBERT, L.; MASOLA, B. Active biomonitoring in freshwater environment: early warning signals from biomarkers in assessing biological effects of diffuse sources of pollutants. *Phys Chem Earth* 30:751–761. 2005.

YI, Y.; WANG, Z.; ZHANG, K.; YU, G.; DUAN, X. Sediment pollution and its effect on fish through food chain in the Yangtze River. *International Journal of Sediment Research*, v. 23, p. 338-347, 2008.

YI, Y.; YANG, Z.; ZHANG, S. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. *Environmental Pollution*, v. 159, p. 2575-2585, 2011.

YI, Y.; ZHANG, S. Heavy metal (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn) concentrations in seven fish species in relation to fish size and location along the Yangtze River. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 19, p. 3989–3996, 2012.

ZINKL, J. G. et al. The effects of cholinesterase inhibiting insecticides on fish. In: *Cholinesterase inhibiting insecticides*. Amsterdam: Elsevier, p. 233-254. 1991.

_____ *Cichla orinocensis* Humboldt de 1821. Disponível em: <<http://www.fishbase.org/summary/46779>> Acesso em: 02/07/2016.

_____ Departamento de Microbiologia. Universidade de São Paulo. Disponível: <http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&i=42&Itemid=49&lang=br> Acesso em 02/07/2016.

USEPA, 1994a. SW 846 Method 3051, Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils. U.S. Environmental Protection Agency. Available online at: <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3051.pdf>. January 9, 2002.

USEPA, 1994b. Method 200.7. ICPOES. Methods for the Determination of Metals in Environmental Samples Supplement I. U.S. Environmental Protection Agency. EPA600/R94/11

ANEXO I – ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA DA REPRESA DE JUTURNAÍBA E SEUS AFLUENTES

Artigo 1: Impacto da Ação Antrópica sobre a Qualidade da Água e da Ictiofauna da Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ (Brasil)

Coleta de água 1

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues (Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 18 / 03 /2015

Data da análise: 18 e 19 /03 / 2015

Técnico: Carolina

Número da análise: 01/2015

Hora: 10:00

| Ensaio | pH | Turb(NTU) | C.E. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | STD (mg.L^{-1}) | OD (mg.L^{-1}) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl ₂ Total (mg/L) | CT (NMP) | C Term (NMP) |
|----------|-------------|-------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------|
| 1 | 6,27 | 7,2 | 29,10 | 14,86 | 4,9 | 24,6 | 0,03 | | |
| 2 | 6,21 | 7,2 | 29,96 | 15,06 | 5,1 | 24,6 | 0,03 | | |
| 3 | 6,20 | 7,3 | 30,02 | 15,09 | 4,7 | 24,6 | 0,03 | | |
| Amost 1 | 6,22 | 7,2 | 29,69 | 15,00 | 4,9 | 24,6 | 0,03 | >2419,6 | 37,3 |
| 1 | 6,52 | 40,0 | 30,77 | 15,39 | 7,4 | 24,7 | 0,02 | | |
| 2 | 6,50 | 40,0 | 31,14 | 15,53 | 7,2 | 24,7 | 0,02 | | |
| 3 | 6,49 | 38,0 | 31,21 | 15,57 | 7,2 | 24,7 | 0,02 | | |
| Amost 2 | 6,50 | 39,0 | 31,04 | 15,49 | 7,2 | 24,7 | 0,02 | >2419,6 | 325,5 |
| 1 | 6,48 | 59,0 | 63,50 | 31,83 | 4,9 | 24,4 | 0,02 | | |
| 2 | 6,46 | 52,0 | 64,45 | 32,17 | 4,7 | 24,6 | 0,02 | | |
| 3 | 6,44 | 51,0 | 64,52 | 32,26 | 4,7 | 24,6 | 0,02 | | |
| Amost 3 | 6,46 | 54,0 | 64,15 | 32,08 | 4,7 | 24,6 | 0,02 | >2419,6 | 461,1 |
| 1 | 6,35 | 49,0 | 67,94 | 33,78 | 4,4 | 24,7 | 0,03 | | |
| 2 | 6,33 | 44,0 | 69,38 | 34,60 | 4,3 | 24,8 | 0,03 | | |
| 3 | 6,33 | 45,0 | 69,67 | 34,71 | 4,6 | 24,8 | 0,03 | | |
| Amost 4 | 6,33 | 46,0 | 68,99 | 34,36 | 4,4 | 24,8 | 0,03 | >2419,6 | 920,8 |
| 1 | 7,21 | 13,6 | 80,49 | 39,95 | 5,0 | 24,7 | 0,03 | | |
| 2 | 7,02 | 14,4 | 82,01 | 40,84 | 5,2 | 24,7 | 0,03 | | |
| 3 | 7,00 | 11,6 | 82,39 | 40,97 | 4,8 | 24,7 | 0,03 | | |
| Amostr 5 | 7,07 | 39,3 | 81,63 | 28,58 | 5,0 | 24,7 | 0,03 | >2419,6 | 45,0 |

Coleta de Água 2

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 27 / 05 /2015

Data da análise: 27 e 28 /05 / 2015

Técnico: Carolina

Número da análise: 02/2015

Hora: 15:00

| Ensaio | pH | Turbidez (NTU) | C.E. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | STD (mg.L^{-1}) | OD (mg.L^{-1}) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl ₂ Total (mg/L) | C T (NMP) | C Term (NMP) |
|------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | | 2,3 | 35,13 | 18,07 | 8,3 | 22,0 | 0,02 | | |
| 2 | | 2,3 | 35,93 | 18,07 | 8,0 | 22,0 | 0,02 | | |
| 3 | | 2,3 | 36,05 | 18,14 | 8,4 | 21,9 | 0,03 | | |
| Amostra 1 | 6 | 2,3 | 35,70 | 18,09 | 8,2 | 22,0 | 0,02 | 516,3 | 18,9 |
| 1 | | 4,2 | 31,67 | 16,14 | 7,8 | 21,9 | 0,01 | | |
| 2 | | 4,4 | 32,34 | 16,35 | 8,0 | 21,7 | 0,01 | | |
| 3 | | 4,4 | 32,48 | 16,41 | 7,9 | 21,7 | 0,01 | | |
| Amostra 2 | 6 | 4,3 | 32,16 | 16,3 | 7,9 | 21,7 | 0,01 | >2419,6 | 69,5 |
| 1 | | 26,0 | 69,81 | 35,27 | 8,5 | 21,5 | 0,05 | | |
| 2 | | 26,0 | 70,89 | 35,77 | 8,5 | 21,5 | 0,05 | | |
| 3 | | 25,0 | 71,09 | 35,80 | 8,4 | 21,5 | 0,05 | | |
| Amostra 3 | 6 | 26,0 | 70,59 | 35,61 | 8,4 | 21,5 | 0,05 | >2419,6 | 1732,9 |
| 1 | | 11,2 | 84,00 | 42,00 | 7,6 | 21,4 | 0,03 | | |
| 2 | | 10,6 | 86,28 | 43,57 | 7,8 | 21,4 | 0,03 | | |
| 3 | | 10,7 | 86,44 | 43,61 | 7,6 | 21,4 | 0,04 | | |
| Amostra 4 | 7 | 10,8 | 85,57 | 43,06 | 7,6 | 21,4 | 0,03 | >2419,6 | 1299,7 |
| 1 | | 3,8 | 99,95 | 50,09 | 8,9 | 21,5 | 0,02 | | |
| 2 | | 3,7 | 101,1 | 51,18 | 9,1 | 21,5 | 0,02 | | |
| 3 | | 3,8 | 101,3 | 51,18 | 9,1 | 21,6 | 0,02 | | |
| Amostra 5 | 7 | 3,8 | 100,7 | 50,81 | 9,0 | 21,5 | 0,02 | >2419,6 | 29,2 |

Coleta de Água 3

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 21 / 10 /2015

Data da análise: 21 e 22 /10 / 2015

Técnico: Carolina

Número da análise: 03/2015

Hora: 14:00

| Ensaio | pH | Turbidez (NTU) | C.E. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | STD (mg.L^{-1}) | OD (mg.L^{-1}) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl ₂ Total (mg/L) | C T (NMP) | C Term (NMP) |
|------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | - | 3,4 | 39,48 | 19,52 | 8,5 | 23,4 | - | - | - |
| 2 | - | 3,2 | 39,49 | 19,13 | 8,5 | 23,4 | - | - | - |
| 3 | - | 3,0 | 39,52 | 19,52 | 8,4 | 23,3 | - | - | - |
| Amostra 1 | 7 | 3,2 | 39,49 | 19,39 | 8,5 | 23,4 | - | >2419,6 | 21,1 |
| 1 | - | 3,8 | 34,69 | 17,26 | 6,6 | 23,0 | - | - | - |
| 2 | - | 3,9 | 34,72 | 17,22 | 6,6 | 23,0 | - | - | - |
| 3 | - | 4,0 | 34,79 | 17,28 | 6,8 | 23,0 | - | - | - |
| Amostra 2 | 6 | 3,9 | 34,73 | 17,25 | 6,7 | 23,0 | - | >2419,6 | 113,7 |
| 1 | - | 20 | 74,34 | 36,92 | 8,0 | 23,0 | - | - | - |
| 2 | - | 21 | 74,43 | 37,00 | 8,1 | 23,0 | - | - | - |
| 3 | - | 22 | 74,51 | 37,01 | 8,3 | 23,0 | - | - | - |
| Amostra 3 | 7 | 21 | 74,42 | 36,97 | 8,1 | 23,0 | - | >2419,6 | 1119,9 |
| 1 | - | 10,7 | 91,98 | 42,61 | 6,3 | 22,7 | - | - | - |
| 2 | - | 10,5 | 92,40 | 45,81 | 6,6 | 22,7 | - | - | - |
| 3 | - | 10,6 | 92,36 | 45,82 | 6,3 | 22,9 | - | - | - |
| Amostra 4 | 7 | 10,6 | 92,24 | 44,74 | 6,4 | 22,8 | - | >2419,6 | 547,5 |
| 1 | - | 4,3 | 100,7 | 50,08 | 6,9 | 22,8 | - | - | - |
| 2 | - | 4,3 | 100,8 | 50,13 | 7,0 | 22,8 | - | - | - |
| 3 | - | 4,1 | 100,4 | 50,13 | 7,0 | 22,8 | - | - | - |
| Amostra 5 | 7 | 4,2 | 100,6 | 50,11 | 7,0 | 22,8 | - | >2419,6 | 23,1 |

Coleta de Água 4

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 09 / 12 / 2015

Data da análise: 09 e 10 / 12 /2015

Técnico: Arthur e Annelise

Número da análise: 04/2015

Hora: 13:00

| Ensaio | pH | Turbidez (NTU) | C.E. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | STD (mg.L^{-1}) | OD (mg.L^{-1}) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl ₂ Total (mg/L) | C T (NMP) | C Term (NMP) |
|------------------|------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------|
| 1 | | 3,5 | 41,45 | 21,15 | - | 24,5 | - | | |
| 2 | | 3,5 | 40,93 | 21,24 | - | 24,4 | - | | |
| 3 | | 3,8 | 40,80 | 21,23 | - | 24,4 | - | | |
| Amostra 1 | 6,5 | 3,6 | 41,06 | 21,21 | - | 24,4 | - | 1986,3 | 9,8 |
| 1 | | 6,5 | 27,74 | 14,39 | - | 23,9 | - | | |
| 2 | | 6,8 | 27,65 | 14,38 | - | 23,9 | - | | |
| 3 | | 7,3 | 27,58 | 14,37 | - | 23,9 | - | | |
| Amostra 2 | 7,0 | 6,9 | 27,66 | 14,38 | - | 23,9 | - | > 2419,6 | 248,1 |
| 1 | | 31,0 | 69,20 | 36,28 | - | 23,8 | - | | |
| 2 | | 31,0 | 69,81 | 36,10 | - | 23,8 | - | | |
| 3 | | 32,0 | 69,87 | 36,11 | - | 23,8 | - | | |
| Amostra 3 | 7,0 | 31,0 | 69,63 | 36,16 | - | 23,8 | - | > 2419,6 | 1299,7 |
| 1 | | 31,0 | 72,49 | 37,66 | - | 23,9 | - | | |
| 2 | | 32,0 | 72,49 | 37,65 | - | 23,9 | - | | |
| 3 | | 32,0 | 72,59 | 37,74 | - | 23,9 | - | | |
| Amostra 4 | 7,0 | 32,0 | 72,52 | 37,68 | - | 23,9 | - | > 2419,6 | 1413,6 |
| 1 | | 31,0 | 126,8 | 65,48 | - | 24,3 | - | | |
| 2 | | 31,0 | 126,1 | 65,76 | - | 24,2 | - | | |
| 3 | | 31,0 | 126,4 | 65,76 | - | 24,2 | - | | |
| Amostra 5 | 7,0 | 31,0 | 126,4 | 65,67 | - | 24,2 | - | > 2419,6 | 387,3 |

Coleta de Água 5

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 17 / 02 / 2016

Data da análise: 17 / 02 / 2016

Técnico: Carolina Nunes/Annelise/Gabriel

Número da análise: 05/2015

Hora: 14:30

| Ensaio | pH | Turbidez (NTU) | C.E. ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) | STD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl_2 Total (mg/L) | C T (NMP) | C Term (NMP) |
|------------------|------------|-------------------|--|--|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | | 2,7 | 48,14 | 23,95 | - | 26,7 | - | | |
| 2 | | 2,9 | 47,95 | 23,90 | - | 26,9 | - | | |
| 3 | | 2,9 | 48,05 | 23,91 | - | 27,0 | - | | |
| Amostra 1 | 6,0 | 2,8 | 48,05 | 23,92 | - | 26,9 | - | 1986,3 | 34,5 |
| 1 | | 73,0 | 26,98 | 13,41 | - | 26,8 | - | | |
| 2 | | 72,0 | 26,63 | 13,29 | - | 26,8 | - | | |
| 3 | | 73,0 | 26,67 | 13,25 | - | 26,7 | - | | |
| Amostra 2 | 6,5 | 73,0 | 26,76 | 13,32 | - | 26,8 | - | > 2419,6 | > 2419,6 |
| 1 | | 169,0 | 41,46 | 20,85 | - | 26,6 | - | | |
| 2 | | 166,0 | 41,84 | 20,77 | - | 26,7 | - | | |
| 3 | | 169,0 | 41,85 | 20,77 | - | 26,7 | - | | |
| Amostra 3 | 6,0 | 168,0 | 41,72 | 20,80 | - | 26,7 | - | > 2419,6 | > 2419,6 |
| 1 | | 170,0 | 42,63 | 20,91 | - | 26,8 | - | | |
| 2 | | 170,0 | 42,51 | 21,06 | - | 26,9 | - | | |
| 3 | | 170,0 | 42,45 | 21,02 | - | 27,0 | - | | |
| Amostra 4 | 6,0 | 170,0 | 42,53 | 21,00 | - | 26,9 | - | > 2419,6 | > 2419,6 |
| 1 | | 258,0 | 70,52 | 35,68 | - | 26,8 | - | | |
| 2 | | 255,0 | 71,55 | 35,58 | - | 26,9 | - | | |
| 3 | | 259,0 | 71,66 | 35,64 | - | 26,9 | - | | |
| Amostra 5 | 7,0 | 257,0 | 71,24 | 35,63 | - | 26,9 | - | > 2419,6 | > 2419,6 |

Coleta de Água 6

LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Amostragem: 5 amostras

Data da coleta: 14 / 04 / 2016

Data da análise: 14-15 / 04 / 2016

Técnico: Arthur/Annelise

Número da análise: 06/2015

Hora: 13:00

| Ensaio | pH | Turbidez (NTU) | C.E. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | STD (mg.L^{-1}) | OD (mg.L^{-1}) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Cl ₂ Total (mg/L) | C T (NMP) | C Term (NMP) |
|------------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 6,39 | 3,0 | 32,00 | 16,00 | 6,16 | 21,18 | - | | |
| 2 | 6,40 | 3,2 | 33,00 | 16,00 | 6,15 | 21,20 | - | | |
| 3 | 6,41 | 3,0 | 33,00 | 17,00 | 6,16 | 21,25 | - | | |
| Amostra 1 | 6,40 | 3,1 | 33,00 | 16,00 | 6,16 | 21,21 | - | > 2419,6 | 17,5 |
| 1 | 6,48 | 6,2 | 28,00 | 14,00 | 7,42 | 20,95 | - | | |
| 2 | 6,49 | 6,0 | 29,00 | 15,00 | 7,43 | 21,09 | - | | |
| 3 | 6,49 | 5,9 | 28,00 | 14,00 | 7,46 | 21,12 | - | | |
| Amostra 2 | 6,49 | 6,0 | 28,00 | 14,00 | 7,44 | 21,05 | - | > 2419,6 | 218,7 |
| 1 | 6,50 | 24,0 | 58,00 | 29,00 | 7,29 | 21,70 | - | | |
| 2 | 6,44 | 25,0 | 59,00 | 29,00 | 7,20 | 21,76 | - | | |
| 3 | 6,40 | 25,0 | 60,00 | 30,00 | 7,24 | 21,80 | - | | |
| Amostra 3 | 6,45 | 25,0 | 59,00 | 29,00 | 7,24 | 21,75 | - | > 2419,6 | 1046,2 |
| 1 | 6,42 | 25,0 | 59,00 | 29,00 | 7,18 | 22,26 | - | | |
| 2 | 6,44 | 25,0 | 59,00 | 30,00 | 7,14 | 22,30 | - | | |
| 3 | 6,44 | 25,0 | 61,00 | 31,00 | 7,16 | 22,33 | - | | |
| Amostra 4 | 6,43 | 25,0 | 60,00 | 30,00 | 7,16 | 22,30 | - | > 2419,6 | > 2419,6 |
| 1 | 6,49 | 47,0 | 109,0 | 55,00 | 7,31 | 22,59 | - | | |
| 2 | 6,50 | 47,0 | 111,0 | 56,00 | 7,39 | 22,61 | - | | |
| 3 | 6,51 | 46,0 | 112,0 | 56,00 | 7,35 | 22,62 | - | | |
| Amostra 5 | 6,50 | 47,0 | 111,0 | 56,00 | 7,35 | 22,61 | - | > 2419,6 | 235,9 |

ANEXO II – ANÁLISE DE ÂNIONS

ANÁLISE DE ÂNIONS - TÉCNICA DE CROMATÓGRAFIA DE ÍONS LABFOZ - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

Registro dos dados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos – Marla Domingues
(Represa de Juturnaíba)

Analista: Thiago Araújo/Annelise
Requisitante: Marla/Vicente

Entrada da(s) amostra(s): 14/04/2016
Número de amostras: 5
Entrega do resultado: 20/05/2016

AMOSTRA 1

Identificação: Marla A1 cromatógrafo

Nome(s) do(s) arquivo(s): Marla 1 ânions 06_05_16

Data da análise: 06/05/2016

| Analitos | Tempo de retenção (minutos) | | | Concentrações (mg L ⁻¹) | | | Média | Estimativa do desvio padrão | Desvio padrão relativo (%) |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | | | |
| Fluoreto | 3,54 | 3,55 | 3,55 | 0,1440 | 0,1430 | 0,1450 | 0,1440 | 0,0010 | 0,69 |
| Cloreto | 5,62 | 5,62 | 5,61 | 2,5230 | 2,4850 | 2,5460 | 2,5180 | 0,0308 | 1,22 |
| Nitrito | 7,48 | 7,49 | 7,48 | 0,2070 | 0,2060 | 0,2070 | 0,2067 | 0,0006 | 0,28 |
| Brometo | 9,11 | 9,07 | 9,08 | 0,0870 | 0,0890 | 0,0830 | 0,0863 | 0,0031 | 3,54 |
| Nitrato | 10,73 | 10,72 | 10,68 | 0,4000 | 0,4100 | 0,4300 | 0,4133 | 0,0153 | 3,70 |
| Fosfato | | | | | | | nd* | | |
| Sulfato | 15,87 | 15,88 | 15,85 | 1,2390 | 1,1820 | 1,2290 | 1,2167 | 0,0304 | 2,50 |

*nd = não detectado

AMOSTRA 2

Identificação: Marla A2 cromatógrafo

Nome(s) do(s) arquivo(s): Marla 2 ânions 06_05_16

Data da análise: 06/05/2016

| Analitos | Tempo de retenção (minutos) | | | Concentrações (mg L ⁻¹) | | | Média | Estimativa do desvio padrão | Desvio padrão relativo (%) |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | | | |
| Fluoreto | 3,54 | 3,56 | 3,54 | 0,1430 | 0,1450 | 0,1420 | 0,1433 | 0,0015 | 1,07 |
| Cloreto | 5,60 | 5,60 | 5,62 | 2,1870 | 2,1950 | 2,1700 | 2,1840 | 0,0128 | 0,58 |
| Nitrito | 7,51 | 7,50 | 7,50 | 0,1730 | 0,1770 | 0,1770 | 0,1757 | 0,0023 | 1,31 |
| Brometo | 9,09 | 9,07 | 9,02 | 0,0970 | 0,0870 | 0,0850 | 0,0897 | 0,0064 | 7,17 |
| Nitrato | 10,66 | 10,67 | 10,69 | 0,5570 | 0,5240 | 0,5230 | 0,5347 | 0,0193 | 3,62 |
| Fosfato | | | | | | | nd | | |
| Sulfato | 15,83 | 15,83 | 15,84 | 1,2710 | 1,2820 | 1,2540 | 1,2690 | 0,0141 | 1,11 |

AMOSTRA 3

Identificação: Marla A3 cromatógrafo

Nome(s) do(s) Marla 3 ânions 06_05_16

arquivo(s):

Data da análise: 06/05/2016

| Analitos | Tempo de retenção (minutos) | | | Concentrações (mg L ⁻¹) | | | Média | Estimativa do desvio padrão | Desvio padrão relativo (%) |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | | | |
| Fluoreto | 3,54 | 3,53 | 3,53 | 0,2280 | 0,2240 | 0,2230 | 0,2250 | 0,0026 | 1,18 |
| Cloreto | 5,60 | 5,61 | 5,60 | 5,0550 | 5,0560 | 5,0640 | 5,0583 | 0,0049 | 0,10 |
| Nitrito | 7,48 | 7,49 | 7,49 | 0,1720 | 0,1680 | 0,1740 | 0,1713 | 0,0031 | 1,78 |
| Brometo | 9,13 | 9,13 | 9,09 | 0,0990 | 0,0920 | 0,0880 | 0,0930 | 0,0056 | 5,99 |
| Nitrato | 10,67 | 10,70 | 10,69 | 1,1570 | 1,1960 | 1,1740 | 1,1757 | 0,0196 | 1,66 |
| Fosfato | | | | | | | nd | | |
| Sulfato | 15,82 | 15,80 | 15,78 | 5,4980 | 5,5290 | 5,5210 | 5,5160 | 0,0161 | 0,29 |

AMOSTRA 4

Identificação: Marla A4 cromatógrafo

Nome(s) do(s) Marla 4 ânions 06_05_16

arquivo(s):

Data da análise: 06/05/2016

| Analitos | Tempo de retenção (minutos) | | | Concentrações (mg L ⁻¹) | | | Média | Estimativa do desvio padrão | Desvio padrão relativo (%) |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | | | |
| Fluoreto | 3,53 | 3,53 | 3,53 | 0,2180 | 0,2190 | 0,2170 | 0,2180 | 0,0010 | 0,46 |
| Cloreto | 5,59 | 5,59 | 5,58 | 5,0690 | 5,0590 | 5,0440 | 5,0573 | 0,0126 | 0,25 |
| Nitrito | 7,47 | 7,47 | 7,45 | 0,2220 | 0,2080 | 0,2070 | 0,2123 | 0,0084 | 3,95 |
| Brometo | 9,11 | 9,1 | 9,05 | 0,0970 | 0,0960 | 0,0920 | 0,0950 | 0,0026 | 2,79 |
| Nitrato | 10,66 | 10,63 | 10,58 | 1,1730 | 1,1610 | 1,1630 | 1,1657 | 0,0064 | 0,55 |
| Fosfato | | | | | | | nd | | |
| Sulfato | 15,78 | 15,79 | 15,77 | 5,5830 | 5,5420 | 5,5790 | 5,5680 | 0,0226 | 0,41 |

AMOSTRA 5

Identificação:

Marla A5 cromatógrafo

Nome(s) do(s)

Marla 5 ânions 06_05_16 e

arquivo(s):

Marla 5 dil 5x ânions 13_05_16

Data da análise: 06 e 13/05/2016

| Analitos | Tempo de retenção (minutos) | | | Concentrações (mg L ⁻¹) | | | Média | Estimativa do desvio padrão | Desvio padrão relativo (%) |
|----------|--------------------------------|-------|-------|--|---------|---------|---------|--------------------------------|-------------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | | | |
| Fluoreto | 3,53 | 3,52 | 3,52 | 0,2450 | 0,2420 | 0,2430 | 0,2433 | 0,0015 | 0,63 |
| Cloreto | 5,54 | 5,56 | 5,56 | 9,7870 | 9,9250 | 9,8790 | 9,8637 | 0,0703 | 0,71 |
| Nitrito | 7,44 | 7,41 | 7,42 | 0,2660 | 0,2910 | 0,2840 | 0,2803 | 0,0129 | 4,60 |
| Brometo | 9,02 | 9,00 | 9,01 | 0,1060 | 0,1140 | 0,1160 | 0,1120 | 0,0053 | 4,72 |
| Nitrato | 10,57 | 10,49 | 10,52 | 1,4080 | 1,3790 | 1,4280 | 1,4050 | 0,0246 | 1,75 |
| Fosfato | | | | | | | nd | | |
| Sulfato | 15,88 | 15,87 | 15,88 | 17,7380 | 17,7300 | 17,5570 | 17,6750 | 0,1023 | 0,58 |

ANEXO III – FATOR DE CONDIÇÃO E ÍNDICE HEPATOSSOMÁTICO

Artigo 2: Análise de Metais Traço e Biomarcador de Efeito Neurotóxico em *Cichla orinocensis* (Humbolt, 1821) Capturados na Represa de Juturnaíba – Silva Jardim – RJ – Brasil

Triagem Represa de Juturnaíba – 05/03/2015

| Juturnaíba | | | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| Peixe nº | Comprimento Padrão (cm) | Peso (g) | Fator de Condição (FC) | Peso Fígado (g) | Índice Hepatossomático (IHS) |
| 1 | 28 | 474 | 0,112032759 | 4 | 0,843881857 |
| 2 | 28 | 494 | 0,11675988 | 2 | 0,4048583 |
| 3 | 28 | 450 | 0,106360214 | 4 | 0,888888889 |
| 4 | 27 | 424 | 0,109777011 | 2 | 0,471698113 |
| 5 | 27 | 450 | 0,11650862 | 3 | 0,666666667 |
| 6 | 30 | 580 | 0,115321383 | 6 | 1,034482759 |
| 7 | 27,5 | 457 | 0,113003632 | 3 | 0,656455142 |
| 8 | 26 | 348 | 0,099037013 | 3 | 0,862068966 |
| 9 | 29 | 472 | 0,102168932 | 2 | 0,423728814 |
| 10 | 30 | 507 | 0,100806795 | 4 | 0,788954635 |
| Média | 28,05 | 465,6 | 0,109177624 | 3,3 | 0,704168414 |
| Desvio Padrão | 1,300640868 | 59,47959501 | 0,006684074 | 1,251665557 | 0,21623769 |

Triagem Represa de Juturnaíba – 24/09/2015

| Juturnaíba | | | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| Peixe nº | Comprimento Padrão (cm) | Peso (g) | Fator de Condição (FC) | Peso Fígado (g) | Índice Hepatossomático (IHS) |
| 1 | 33 | 646 | 0,061096837 | 8 | 1,238390093 |
| 2 | 26 | 358 | 0,063688667 | 3 | 0,837988827 |
| 3 | 29 | 535 | 0,071261153 | 5 | 0,934579439 |
| 4 | 28,5 | 465 | 0,064858752 | 4 | 0,860215054 |
| 5 | 29 | 515 | 0,068597185 | 4 | 0,776699029 |
| 6 | 27,5 | 416 | 0,063784882 | 3 | 0,721153846 |
| 7 | 28 | 430 | 0,062857189 | 3 | 0,697674419 |
| 8 | 23,5 | 269 | 0,062558358 | 2 | 0,743494424 |
| 9 | 20 | 187 | 0,066677916 | 2 | 1,069518717 |
| 10 | 32 | 655 | 0,067211462 | 3 | 0,458015267 |
| Média | 27,65 | 447,6 | 0,06525924 | 3,7 | 0,833772911 |
| Desvio Padrão | 3,808251276 | 150,5576302 | 0,003130135 | 1,766981104 | 0,214470241 |

Triagem Rio São João – 24/09/2015

| RIO SÃO JOÃO | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Peixe nº | Comprimento Padrão (cm) | Peso (g) | Fator de Condição (FC) | Peso Fígado (g) | Índice Hepatosomático (IHS) |
| 1 | 21 | 200 | 0,021734456 | 3 | 1,5 |
| 2 | 22,5 | 240 | 0,021208174 | 2 | 0,833333333 |
| 3 | 16 | 92 | 0,022592096 | 0,9 | 0,97826087 |
| 4 | 23,5 | 251 | 0,019469257 | 2 | 0,796812749 |
| 5 | 34 | 836 | 0,021428197 | 7 | 0,837320574 |
| 6 | 30 | 653 | 0,024358547 | 6 | 0,918836141 |
| 7 | 30 | 558 | 0,020814807 | 4 | 0,716845878 |
| Média | 25,28571429 | 404,2857143 | 0,021657933 | 3,557142857 | 0,940201364 |
| Desvio Padrão | 6,270680072 | 277,3702185 | 0,001523595 | 2,244888374 | 0,260682665 |

Triagem Represa de Juturnaíba – 15/04/2016

| Juturnaíba | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Peixe nº | Comprimento Padrão (cm) | Peso (g) | Fator de Condição (FC) | Peso Fígado (g) | Índice Hepatosomático (IHS) |
| 1 | 25 | 413 | 0,05297672 | 3 | 0,726392252 |
| 2 | 25 | 404 | 0,051822264 | 4 | 0,99009901 |
| 3 | 25 | 495 | 0,0634951 | 4 | 0,808080808 |
| 4 | 26 | 534 | 0,061412313 | 5 | 0,936329588 |
| 5 | 28 | 582 | 0,054454657 | 5 | 0,859106529 |
| 6 | 26 | 486 | 0,055892105 | 5 | 1,028806584 |
| 7 | 26 | 480 | 0,055202079 | 4 | 0,833333333 |
| 8 | 26 | 470 | 0,054052036 | 3 | 0,638297872 |
| 9 | 29 | 667 | 0,056599137 | 7 | 1,049475262 |
| 10 | 26,5 | 444 | 0,048424646 | 4 | 0,900900901 |
| 11 | 25,5 | 416 | 0,050499313 | 4 | 0,961538462 |
| Média | 26,18181818 | 490,0909091 | 0,054984579 | 4,363636364 | 0,884760055 |
| Desvio Padrão | 1,270289874 | 79,49019379 | 0,00442216 | 1,120064933 | 0,127592379 |

ANEXO IV – ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM MÚSCULO DO *Cichla Orinocensis*

Laboratório: LCA/CBB – UENF

Análise da Concentração de alumínio no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Al | | | |
|-------------------------------------|--------------------|------|---------|------------|------------|---------------|----------------------|-------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Al (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Al Peso Umido (ug/g) | |
| | 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,4757 | 0,04 | 1,506 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,7068 | 0,04 | 2,122 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,5198 | 0,04 | 1,422 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 1,0246 | 0,04 | 3,230 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,5452 | 0,04 | 1,618 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,3418 | 0,04 | 1,008 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,6466 | 0,04 | 1,933 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,3927 | 0,04 | 1,209 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,2253 | 0,04 | 0,595 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,6886 | 0,04 | 2,183 |
| | Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,7597 | 0,04 | 2,231 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 1,0291 | 0,04 | 3,151 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,9804 | 0,04 | 3,018 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,5713 | 0,04 | 1,675 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,5829 | 0,04 | 1,813 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,5899 | 0,04 | 1,675 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,6410 | 0,04 | 1,910 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,2242 | 0,04 | 0,635 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,8439 | 0,04 | 2,465 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,4653 | 0,04 | 1,335 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,3420 | 0,04 | 0,947 |
| | Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,4191 | 0,04 | 1,238 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,4427 | 0,04 | 1,253 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,7105 | 0,04 | 2,060 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,4019 | 0,04 | 1,173 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,6091 | 0,04 | 1,892 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,9971 | 0,04 | 2,954 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,6523 | 0,04 | 1,916 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,4293 | 0,04 | 1,388 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,4291 | 0,04 | 1,227 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,4986 | 0,04 | 1,450 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,4659 | 0,04 | 1,255 |
| | Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,8510 | 0,04 | 2,463 |
| | Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,4725 | 0,04 | 1,408 |
| | Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,5636 | 0,04 | 1,742 |
| | Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,5401 | 0,04 | 1,617 |
| | Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,4261 | 0,04 | 1,180 |
| | Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,2651 | 0,04 | 0,663 |

| | | | | | | | |
|-------------------------|--------|----|--------|----|--------|------|-------|
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,3639 | 0,04 | 0,952 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0380 | 0,36 | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,0380 | 0,36 | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Bário no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Ba | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|----------------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Ba (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Ba Peso umido (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,1051 | | 0,362 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0777 | | 0,247 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0270 | | 0,080 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,1307 | | 0,429 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,0705 | | 0,226 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0381 | | 0,127 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0264 | | 0,084 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0437 | | 0,150 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0121 | | 0,039 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,0378 | | 0,127 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,1093 | | 0,339 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,1440 | | 0,459 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,0478 | | 0,153 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,1664 | | 0,525 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,4912 | | 1,640 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,2355 | | 0,717 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0594 | | 0,189 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,1013 | | 0,350 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,1016 | | 0,312 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,2479 | | 0,778 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,1336 | | 0,419 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,3503 | | 1,144 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0546 | | 0,170 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,0812 | | 0,250 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,1816 | | 0,589 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,0770 | | 0,256 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,0764 | | 0,236 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,1972 | | 0,617 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0998 | | 0,356 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,3997 | | 1,261 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,1003 | | 0,317 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,1124 | | 0,331 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,1478 | | 0,449 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,1653 | | 0,538 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,3833 | | 1,275 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,1091 | | 0,353 |

| | | | | | | | |
|-------------------------|--------|----|--------|----|--------|--|-------|
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0355 | | 0,108 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,1126 | | 0,332 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,2340 | | 0,688 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | nd | | nd |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | nd | | nd |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | nd | | |

Análise da Concentração de Cádmio no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Cd | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|--------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Cd (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Cd PU (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0094 | 0,01 | <0,04 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0086 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0094 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,0101 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,0095 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0089 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0091 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0094 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0076 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,0091 | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0096 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,0091 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,0077 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0080 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,0091 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,0080 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,0095 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,0077 | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,0080 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0090 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,0093 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,0087 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,0092 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,0089 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0088 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,0082 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,0090 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0079 | | ND |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,0080 | | ND |

| | | | | | | | |
|-------------------------|--------|----|--------|----|--------|--|----|
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,0080 | | ND |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0090 | | ND |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0098 | | ND |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0080 | | ND |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0079 | | ND |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0078 | | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,0079 | | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Cromo no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Cr | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|--------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Cr (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Cr PU (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0210 | | 0,072 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0109 | | 0,035 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0088 | | 0,026 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,0092 | | 0,030 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,0085 | | 0,027 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0077 | | 0,026 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0069 | | 0,022 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0064 | | 0,022 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,0071 | | 0,024 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0091 | | 0,028 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,0197 | | 0,063 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,0157 | | 0,050 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,0180 | | 0,057 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,0136 | | 0,045 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,0107 | | 0,032 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0092 | | 0,029 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,0035 | | 0,012 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,0093 | | 0,028 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,0075 | | 0,024 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,0126 | | 0,039 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,0085 | | 0,028 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0135 | | 0,042 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,0115 | | 0,035 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,0112 | | 0,036 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,0106 | | 0,035 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,0097 | | 0,030 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,0096 | | 0,030 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0089 | | 0,032 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,0096 | | 0,030 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,0086 | | 0,027 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,0117 | | 0,035 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----|--------|----|--------|--|---------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0176 | | 0,053 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,0128 | | 0,042 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,0184 | | 0,061 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0076 | | 0,024 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0074 | | 0,023 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0123 | | 0,036 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0119 | | 0,035 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | nd | | #VALOR! |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | nd | | #VALOR! |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Cobre no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Cu | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|--------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Cu (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Cu PU (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0795 | 0,0078 | 0,247 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0467 | 0,0078 | 0,123 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0463 | 0,0078 | 0,114 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,0456 | 0,0078 | 0,124 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,0480 | 0,0078 | 0,129 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0498 | 0,0078 | 0,140 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0529 | 0,0078 | 0,144 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0405 | 0,0078 | 0,112 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0195 | 0,0078 | 0,038 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,0464 | 0,0078 | 0,130 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0564 | 0,0078 | 0,151 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,0738 | 0,0078 | 0,210 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,0802 | 0,0078 | 0,232 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,1012 | 0,0078 | 0,295 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,0619 | 0,0078 | 0,181 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,0804 | 0,0078 | 0,221 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0729 | 0,0078 | 0,207 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,0277 | 0,0078 | 0,069 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,0756 | 0,0078 | 0,208 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,0593 | 0,0078 | 0,162 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,1722 | 0,0078 | 0,515 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,0691 | 0,0078 | 0,200 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0470 | 0,0078 | 0,122 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,0634 | 0,0078 | 0,171 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,1052 | 0,0078 | 0,316 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,0454 | 0,0078 | 0,125 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,0559 | 0,0078 | 0,148 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,0752 | 0,0078 | 0,211 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0481 | 0,0078 | 0,144 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,0534 | 0,0078 | 0,144 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|--------|-------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,0543 | 0,0078 | 0,147 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,0855 | 0,0078 | 0,229 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0596 | 0,0078 | 0,157 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,0578 | 0,0078 | 0,163 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,0853 | 0,0078 | 0,258 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0634 | 0,0078 | 0,180 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0617 | 0,0078 | 0,165 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0750 | 0,0078 | 0,198 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0691 | 0,0078 | 0,180 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0078 | 0,0078 | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,0079 | 0,0078 | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Ferro no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Fe | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|--------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Fe (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Fe PU (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,8348 | 0,0155 | 2,819 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,5608 | 0,0155 | 1,730 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,5250 | 0,0155 | 1,510 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,5040 | 0,0155 | 1,603 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,4166 | 0,0155 | 1,284 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,4797 | 0,0155 | 1,551 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,4494 | 0,0155 | 1,383 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,2982 | 0,0155 | 0,969 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,1808 | 0,0155 | 0,531 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,4216 | 0,0155 | 1,367 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,4758 | 0,0155 | 1,427 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,8467 | 0,0155 | 2,648 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,7812 | 0,0155 | 2,457 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,8042 | 0,0155 | 2,487 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,5559 | 0,0155 | 1,805 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,6862 | 0,0155 | 2,043 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,5042 | 0,0155 | 1,553 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,1841 | 0,0155 | 0,581 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,5589 | 0,0155 | 1,666 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,4936 | 0,0155 | 1,501 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,5413 | 0,0155 | 1,648 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,4285 | 0,0155 | 1,349 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,3590 | 0,0155 | 1,069 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,5109 | 0,0155 | 1,522 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,6159 | 0,0155 | 1,946 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,3974 | 0,0155 | 1,269 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,4464 | 0,0155 | 1,330 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,3619 | 0,0155 | 1,084 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,2629 | 0,0155 | 0,882 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,3660 | 0,0155 | 1,105 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|--------|-------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,2617 | 0,0155 | 0,778 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,5746 | 0,0155 | 1,647 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,4441 | 0,0155 | 1,302 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,2531 | 0,0155 | 0,774 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,4795 | 0,0155 | 1,544 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,2652 | 0,0155 | 0,808 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,2882 | 0,0155 | 0,833 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,4037 | 0,0155 | 1,144 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,4423 | 0,0155 | 1,255 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0153 | | 0,536 |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,016 | | 0,558 |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de alumínio no Manganês do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Mn | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Mn (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Mn P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0466 | 0,0115 | 0,121 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0668 | 0,0115 | 0,175 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0721 | 0,0115 | 0,179 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,1091 | 0,0115 | 0,320 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,0818 | 0,0115 | 0,225 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0449 | 0,0115 | 0,112 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0423 | 0,0115 | 0,098 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0811 | 0,0115 | 0,238 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0234 | 0,0115 | 0,038 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,0513 | 0,0115 | 0,134 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0877 | 0,0115 | 0,236 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,0871 | 0,0115 | 0,241 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,0413 | 0,0115 | 0,096 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,0688 | 0,0115 | 0,181 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,1071 | 0,0115 | 0,319 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,0731 | 0,0115 | 0,188 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0449 | 0,0115 | 0,106 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,0597 | 0,0115 | 0,166 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,0467 | 0,0115 | 0,108 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 0,1096 | 0,0115 | 0,308 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,0821 | 0,0115 | 0,221 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 0,1435 | 0,0115 | 0,431 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0236 | 0,0115 | 0,038 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,0420 | 0,0115 | 0,094 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,0609 | 0,0115 | 0,160 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,0474 | 0,0115 | 0,119 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,0342 | 0,0115 | 0,070 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,0490 | 0,0115 | 0,117 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0486 | 0,0115 | 0,132 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 0,1100 | 0,0115 | 0,311 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|----------|--------|-------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,0259 | 0,0115 | 0,045 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,0388 | 0,0115 | 0,080 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0603 | 0,0115 | 0,148 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,0441 | 0,0115 | 0,106 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,1632 | 0,0115 | 0,505 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0448 | 0,0115 | 0,108 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0199 | 0,0115 | 0,026 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0306 | 0,0115 | 0,056 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0489 | 0,0115 | 0,110 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0310 | 0,0115 | 0,683 |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,011523 | | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | 0,012 | | |

Análise da Concentração de Níquel no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Ni | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Ni (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Ni P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0082 | | <0,01 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0015 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,0016 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,0014 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,0032 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0026 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,0045 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,0028 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 0,0003 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,0025 | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,0023 | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | nd | | nd |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|--|----|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0026 | | nd |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0018 | | nd |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,0025 | | nd |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0063 | | nd |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0036 | | nd |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | nd | | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | nd | | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Chumbo no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Pb | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Pb (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Pb P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,0064 | | 0,022 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,0022 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,0039 | | 0,013 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,0024 | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,0055 | | 0,018 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0046 | | 0,015 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,0070 | | 0,022 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,0075 | | 0,024 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,0040 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,0083 | | 0,025 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,0035 | | nd |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,0016 | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | nd | | nd |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|--|-------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,0023 | | nd |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,0320 | | 0,097 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,0093 | | 0,030 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 0,0068 | | 0,023 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,0076 | | 0,024 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | nd | | nd |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,0044 | | 0,013 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,0032 | | nd |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | nd | | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | nd | | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Estrôncio no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Sr | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Sr (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Sr P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 0,3752 | | 1,291 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 0,3182 | | 1,009 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 0,1325 | | 0,393 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 0,2975 | | 0,976 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,2818 | | 0,902 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 0,1253 | | 0,419 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 0,1108 | | 0,353 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,1545 | | 0,529 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,0530 | | 0,170 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 0,1422 | | 0,479 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 0,3571 | | 1,107 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 0,5816 | | 1,853 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,1494 | | 0,479 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 0,6068 | | 1,914 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 1,4988 | | 5,004 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 0,8949 | | 2,726 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 0,2388 | | 0,759 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,6301 | | 2,173 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 0,3651 | | 1,119 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 1,1764 | | 3,693 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 0,6282 | | 1,969 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 1,3354 | | 4,361 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 0,1989 | | 0,619 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 0,3037 | | 0,933 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 0,5163 | | 1,673 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 0,3172 | | 1,054 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 0,2487 | | 0,768 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 0,5301 | | 1,659 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|--|---------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 0,4100 | | 1,461 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 1,4687 | | 4,632 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 0,3005 | | 0,950 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 0,3172 | | 0,935 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 0,5081 | | 1,543 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 0,5564 | | 1,812 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 1,2709 | | 4,228 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 0,3363 | | 1,088 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 0,1288 | | 0,393 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 0,3302 | | 0,973 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 0,6665 | | 1,960 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | nd | | #VALOR! |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | nd | | #VALOR! |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Zinco no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | Zn | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | Zn (ug/ml) | Branco(ug/ml) | Zn P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | 1,3038 | 0,024 | 4,403 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | 1,6342 | 0,024 | 5,109 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | 1,4273 | 0,024 | 4,158 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | 1,4540 | 0,024 | 4,691 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | 0,9267 | 0,024 | 2,891 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | 1,0310 | 0,024 | 3,364 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | 1,1298 | 0,024 | 3,524 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | 0,8647 | 0,024 | 2,881 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | 0,4445 | 0,024 | 1,351 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | 1,3002 | 0,024 | 4,296 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | 1,2206 | 0,024 | 3,710 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | 2,6709 | 0,024 | 8,432 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | 0,7918 | 0,024 | 2,464 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | 1,9176 | 0,024 | 5,971 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | 2,5259 | 0,024 | 8,354 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | 2,3091 | 0,024 | 6,961 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | 2,3013 | 0,024 | 7,236 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | 0,9461 | 0,024 | 3,181 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | 2,7421 | 0,024 | 8,334 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | 1,3857 | 0,024 | 4,274 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | 2,7485 | 0,024 | 8,541 |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | 1,9141 | 0,024 | 6,172 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | 1,7005 | 0,024 | 5,218 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | 1,6917 | 0,024 | 5,124 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | 2,9899 | 0,024 | 9,612 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | 1,2986 | 0,024 | 4,237 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | 1,6053 | 0,024 | 4,880 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | 1,6631 | 0,024 | 5,130 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----|--------|----|--------|-------|-------|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | 1,3042 | 0,024 | 4,562 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | 1,9635 | 0,024 | 6,117 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | 1,3392 | 0,024 | 4,157 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | 1,7654 | 0,024 | 5,130 |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | 1,7081 | 0,024 | 5,115 |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | 2,2538 | 0,024 | 7,261 |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | 2,0592 | 0,024 | 6,771 |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | 1,3801 | 0,024 | 4,386 |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | 1,1402 | 0,024 | 3,410 |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | 2,1919 | 0,024 | 6,387 |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | 1,7296 | 0,024 | 5,015 |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | 0,0021 | | |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | 0,0024 | | |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

Análise da Concentração de Arsênio no músculo do *Cichla orinocensis*.

| Concentrações (ug/g) em Peso úmido. | | | | | As | | |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| | Amostra | Tubo | peso(g) | Volume(mL) | As (ug/ml) | Branco(ug/ml) | As P U (ug/g) |
| 0,03 | 1 | 1 | 10,172 | 35 | ND | | <0,03 |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 2 | 2 | 11,032 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 3 | 3 | 11,811 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 4 | 4 | 10,669 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 5 | 5 | 10,93 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 6 | 6 | 10,476 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 7 | 7 | 10,981 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 8 | 8 | 10,212 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 9 | 9 | 10,896 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 10 | 10 | 10,397 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 15 04 16 | 11 | 11 | 11,29 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 1 | 12 | 10,987 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 2 | 13 | 10,907 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 3 | 14 | 11,099 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 4 | 15 | 10,482 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 5 | 16 | 11,49 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 6 | 17 | 11,015 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 7 | 18 | 10,147 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 8 | 19 | 11,415 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 9 | 20 | 11,15 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 10 | 21 | 11,164 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 05 03 15 | 11 | 22 | 10,718 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 2 | 24 | 11,244 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 3 | 25 | 11,391 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 4 | 26 | 10,8 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 5 | 27 | 10,529 | 35 | ND | | ND |

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----|--------|----|----|--|----|
| Tuc Jutur 24 09 15 | 6 | 28 | 11,341 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 7 | 29 | 11,184 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 8 | 30 | 9,821 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 9 | 31 | 11,098 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 10 | 32 | 11,074 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 11 | 33 | 11,88 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Jutur 24 09 15 | 1 | 34 | 11,525 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 2 | 35 | 10,748 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 3 | 36 | 10,521 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 4 | 37 | 10,823 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 5 | 38 | 11,455 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 6 | 39 | 11,88 | 35 | ND | | ND |
| Tuc Rio São João | 7 | 40 | 11,904 | 35 | ND | | ND |
| | BRANCO | 41 | 1,0007 | 35 | ND | | ND |
| | BRANCO | 42 | 1,0036 | 35 | ND | | ND |
| | BRANCO | 43 | 1,0066 | | | | |

ANEXO V – ATIVIDADE ENZIMÁTICA

| Quadro 3: Test T - Atividade Enzimática - Peso Úmido | | |
|---|-----------------------------|-------------|
| Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes | | |
| | 1,413427562 | 2,897526502 |
| Média | 1,861012956 | 3,934040047 |
| Variância | 0,124861092 | 1,855269346 |
| Observações | 9 | 6 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 5 | |
| Stat t | -3,647090764 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 0,007396617 | |
| t crítico uni-caudal | 2,015048372 | |
| P(T<=t) bi-caudal | 0,014793235 | |
| t crítico bi-caudal | 2,570581835 | |
| <0,05 rejeita hipótese nula | Aceita hipótese alternativa | |

| Quadro 4: Test T - Atividade Enzimática de Proteína | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes | | |
| | Variável 1 | Variável 2 |
| Média | 23,9334303 | 59,74005733 |
| Variância | 28,44823558 | 510,5922657 |
| Observações | 10 | 7 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 6 | |
| Stat t | -4,113081074 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 0,003132332 | |
| t crítico uni-caudal | 1,943180274 | |
| P(T<=t) bi-caudal | 0,006264664 | |
| t crítico bi-caudal | 2,446911846 | |
| Fonte própria. | <0,05 rejeita hipótese nula | Aceita hipótese alternativa |

ANEXO VI – ANOVA – MUSULAR AChE

| Anova: fator único | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| RESUMO | | | | | | |
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
| 42064 | 10 | 366,5282426 | 36,65282426 | 38,88945572 | | |
| 42248 | 10 | 239,334303 | 23,9334303 | 28,44823558 | | |
| set/15 SJ | 7 | 418,1804013 | 59,74005733 | 510,5922657 | | |
| 42461 | 11 | 331,234905 | 30,1122641 | 159,3776046 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| Fonte da var | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico |
| Entre grupos | 5782,47558 | 3 | 1927,491859 | 12,45109833 | 1,18642E-05 | 2,882604209 |
| Dentro dos gr | 5263,36886 | 34 | 154,8049665 | | | |
| Total | 11045,8444 | 37 | | | | |

F>Fcrítico = diferença significativa entre as médias
valor -P tem que ser menor que 0,05

| Anova: fator único | | | | | | |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| RESUMO | | | | | | |
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
| 42064 | 10 | 27,77385 | 2,777385 | 0,426248 | | |
| 42248 | 10 | 18,16254 | 1,816254 | 0,131021 | | |
| set/15 SJ | 7 | 26,50177 | 3,785967 | 1,699538 | | |
| 42461 | 11 | 19,92933 | 1,811757 | 0,246998 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico |
| Entre grupos | 22,04857 | 3 | 7,349522 | 14,1316 | 3,82E-06 | 2,882604 |
| Dentro dos grupos | 17,68263 | 34 | 0,520077 | | | |
| Total | 39,73119 | 37 | | | | |

F>Fcrítico = diferença significativa entre as médias
valor -P tem que ser menor que 0,05

ANEXO VII – ANOVA – AChE POR PROTEÍNA E PESO ÚMIDO

PROTEÍNA

| Anova: fator único | | | | | Tukey | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| RESUMO | | | | | A | B | C | D |
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | | | |
| 42064 | 10 | 366,5282426 | 36,65282426 | 38,88945572 | | 0,1451 | 0,001952 | 0,6745 |
| 42248 | 10 | 239,334303 | 23,9334303 | 28,44823558 | | 3,105 | 0,000163 | 0,7122 |
| set/15 SJ | 7 | 418,1804013 | 59,74005733 | 510,5922657 | | 5,635 | 8,74 | 0,000219 |
| 42461 | 11 | 331,234905 | 30,1122641 | 159,3776046 | | 1,597 | 1,508 | 7,232 |
| ANOVA | | | | | | | | |
| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico | | |
| Entre grupos | 5782,475578 | 3 | 1927,491859 | 12,45109833 | 1,18642E-05 | 2,882604209 | | |
| Dentro dos grupos | 5263,368862 | 34 | 154,8049665 | | | | | |
| Total | 11045,84444 | 37 | | | | | | |
| F>Fcrítico, então médias são diferentes. Já que Valor -P é menor que 0,05 | | | | | | | | |

PESO ÚMIDO

| Anova: fator único | | | | | Tukey | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| RESUMO | | | | | A | B | C | D |
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | | | |
| 42064 | 10 | 27,77385159 | 2,777385159 | 0,426248021 | | 0,03432 | 0,02451 | 0,03354 |
| 42248 | 10 | 18,16254417 | 1,816254417 | 0,131020906 | | 4,051 | 0,000166 | 1 |
| set/15 SJ | 7 | 26,50176678 | 3,785966683 | 1,699537836 | | 4,249 | 8,3 | 0,000166 |
| 42461 | 11 | 19,92932862 | 1,811757147 | 0,246997942 | | 4,064 | 0,01378 | 8,313 |
| ANOVA | | | | | | | | |
| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico | | |
| Entre grupos | 22,048567 | 3 | 7,349522335 | 14,13159722 | 3,81626E-06 | 2,882604209 | | |
| Dentro dos grupos | 17,68262678 | 34 | 0,520077258 | | | | | |
| Total | 39,73119378 | 37 | | | | | | |
| F>Fcrítico, então médias são diferentes. Já que Valor -P é menor que 0,05 | | | | | | | | |