



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



SOLANGE YOSHIE ISHII

**EFEITO DO CULTIVO DE PEIXES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO
DE CASO EM JI-PARANÁ/RO**

Ji-Paraná

2016

SOLANGE YOSHIE ISHII

**EFEITO DO CULTIVO DE PEIXES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO
DE CASO EM JI-PARANÁ/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Elisabete Lourdes do Nascimento.

Ji-Paraná

2016

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Orlando Kyoshi Ishii e Marilda Solange Bizzo Ishii
e as minhas irmãs.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guardado e sustentado até aqui e por me mostrar ao decorrer de minha caminhada que “tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu”. Obrigada meu Deus.

Aos meus pais Orlando K. Ishii e Marilda S. Bizzo Ishii, pela criação que me proporcionaram me ensinando a humildade e honestidade para com as pessoas e por sempre me deixarem correr atrás dos meus objetivos e sonhos. Ensinaamentos estes que levarei por toda minha vida.

As minhas irmãs Renata R. Ishii, Marcela Ishii e principalmente Jaqueline S. Ishii e Mayume Ishii por todo apoio que me proporcionaram durante minha jornada na faculdade, serei eternamente grata. A Rosemary Andrade Leite Ferreira pelo apoio e ensinamento, principalmente espiritual, obrigada pelas orações e por acreditar em meu potencial.

A minha Orientadora Elisabete Lourdes do Nascimento, por ter acreditado em minha capacidade, pela paciência durante todo o período deste trabalho, pelas correções, pelos elogios e por me passar calma nas horas mais difíceis. Obrigada Professora.

Aos meus professores do Departamento de Engenharia Ambiental por todo ensinamento e aprendizado. Em especial a professora Beatriz por disponibilizar o laboratório e materiais necessários.

Um agradecimento especial a Caryne Ferreira Ramos e Josilena de Jesus Laureano pela disposição de sempre me ensinar e me auxiliar nas análises sempre com muita paciência. Sem vocês eu não conseguiria chegar até aqui. Obrigada.

Ao técnico de laboratório Aurelino Helwecyo por toda ajuda nas coletas a campo, as análises e por sua grande paciência. A Gleiciane Barros, técnica do laboratório pelas análises e pela grande ajuda disponibilizada neste período.

Ao Dr. Wanderley Bastos por ter disponibilizado o laboratório de biogeoquímica e materiais necessários, UNIR campus Porto Velho. Ao Walkimar Aleixo técnico do laboratório, pela paciência de ensinar as análises de metais.

Aos amigos do curso de Engenharia Ambiental que sempre estiveram comigo. Mozara Loch e Cindy Deina por toda paciência em ensinar fenômenos e hidráulica e as incansáveis noites de estudo no apartamento onde moravam. A Samara Paula de Souza pela ajuda nas coletas e todas as inúmeras ajudas durante o curso. Ao Mayk Sales por sempre me incentivar e ajudar. Aos amigos Gabriel Serena, Jussara de Paula e Natália Orlando por fazerem com que os meus dias na faculdade não fossem tão duro e cansativo, obrigada pelas risadas. Ao Thandy da Silva por ajudar sempre que precisei.

Aos meus amigos da vida que sempre caminham comigo, Suellem de Araújo, Priscila Basílio, Daniel Aulo, Leonardo Araújo, Franciele Lopes, Patrícia Soares e Jessica Moreira. Obrigada pelo imenso apoio depositado a mim sempre.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram durante meu curso e com este trabalho, o meu muito obrigada, que Deus abençoe cada um.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Biblioteca Setorial - UNIR/Campus de Ji-Paraná

IS34e
2016

Ishii, Solange Yoshie.

Efeito do cultivo de peixes sobre a qualidade da água: Estudo de caso em Ji-Paraná-RO. / Solange Yoshie Ishii; orientador, Elisabete Lourdes do Nascimento. -- Ji-Paraná, 2016

60, p. : 30 cm

Trabalho de conclusão de Curso Bacharel em Engenharia Ambiental. – Universidade Federal de Rondônia, 2016

Inclui referências

I. Piscicultura. 2. Impactos Ambientais. 3. Qualidade da Água.
I. Nascimento, Elisabete Lourdes do II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título

CDU 639.3



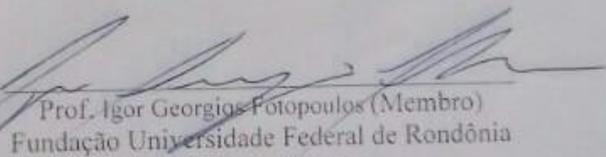
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

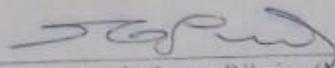


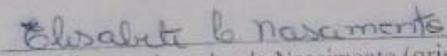
TÍTULO: EFEITO DO CULTIVO DE PEIXES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA:
ESTUDO DE CASO EM JI-PARANÁ/RO

AUTORA: SOLANGE YOSHIE ISHII

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovado pelo Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná, no dia 16 de dezembro de 2016.


Prof. Igor Georgios Fotopoulos (Membro)
Fundação Universidade Federal de Rondônia


Prof. João Gilberto de Souza Ribeiro (Membro)
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental


Profa. Elisabete Lourdes do Nascimento (orientadora)
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Ji-Paraná, 16 de dezembro de 2016.

RESUMO

As atividades de piscicultura podem causar impactos sobre os ambientes aquáticos, tais como a eutrofização artificial, a qual altera as características físicas, químicas e biológicas da água. O presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade da água utilizada em um sistema de piscicultura em uma propriedade rural do município de Ji-Paraná - RO. No intuito de abranger o ciclo hidrológico da região, as amostras de água foram coletadas nos meses de novembro de 2015, março e agosto de 2016. Foram coletadas amostras de água superficial em ponto constituído por nascentes (P1), nos tanques de criação do sistema piscicultor (P2-P6) e no corpo hídrico que recebe o efluente final dos tanques (P7). As medidas realizadas foram: temperatura da água, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais, amônia, nitrito, fósforo dissolvido, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), coliformes totais e fecais e alguns metais (prata, alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, cromo, cobre, manganês, molibdênio, níquel, chumbo, antimônio, estanho, estrôncio, vanádio, e zinco). As variáveis que estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe II foram: pH, condutividade elétrica, sólidos totais, oxigênio dissolvido e DBO. Com relação aos valores preconizados pela CONAMA 430/2011, estiveram em desacordo apenas as variáveis coliformes totais e fecais, visto que tal resolução traz valores referentes a lançamento de efluentes. De uma forma geral, os resultados evidenciaram que o corpo hídrico receptor está sendo impactado pela atividade de piscicultura. Em síntese, recomenda-se que a atividade de piscicultura deve ser desenvolvida com manejo adequado visando à manutenção da qualidade água de forma que não haja prejuízos para o piscicultor e para o meio ambiente.

Palavras-chave: piscicultura, impactos ambientais, qualidade de água.

ABSTRACT

Psiculture activities can cause impacts on aquatic environments, such as artificial eutrophication, which alters the physical, chemical and biological characteristics of water. The present study had as objective to analyze the quality of the water used in a psiculture system in a rural property in the city of Ji-Parana RO. In order to cover the hydrological cycle of the region, the water samples were collected in November 2015, March and August 2016. Samples of surface water were collected at a point formed by springs (P1), in the created system tanks P2-P6) and in the water body that receives the final effluent from the tanks (P7). The measurements were temperature. Of water, hydrogenation potential electrical conductivity. (BODs), total and fecal coliforms and some heavy metals (silver, aluminum, arsenic, barium, cadmium, cobalt, chromium, copper, manganese, Molybdenum, nickel, lead antimony tin strontium, vanadium, and zinc). The variables that were in disagreement with CONAMA Resolution 357/2005 for Class II waters were: pH, electrical conductivity, total solids, dissolved oxygen and BOD. Regarding the values recommended by CONAMA 430/2011, only the total and fecal coliform variables were disagreed, since this resolution brings values referring to effluent discharge. In general, the results showed that the receiving water body is being impacted by the fish farming activity. In summary, it is recommended that the psiculture activity should be developed with adequate management in order to maintain water quality so that there is no harm to the farmer and the environment.

Keywords: fish farming, environmental impacts, water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento médio anual da produção de carnes no Brasil (2004 a 2014).....	16
Figura 2 - Mapa de localização do município de Ji-Paraná.....	25
Figura 3 - Mapa de localização dos pontos de coleta no sistema de piscicultura	26
Figura 4 - Figura 4 - Coordenadas geográficas (UTM) dos pontos amostrais, P1 (A), P2 (B), P3 (C), P4 (D), P5 (E), P6 (F) e P7 (G).....	28
Figura 5 - Variação da temperatura da água (A) e do pH (B) nos períodos estudados	32
Figura 6 - Variação da turbidez (A), condutividade elétrica (B) e sólidos totais (C) nos períodos estudados.....	34
Figura 7 – Represa no sistema no período de seca, P6. Agosto de 2016	36
Figura 8 - Variação da amônia (A), fósforo dissolvido (B) e nitrito (C) nos períodos estudados	39
Figura 9 - Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (A) e da demanda bioquímica de oxigênio (B) nos períodos estudados	43
Figura 10 - Ponto 3, tanque de alevinos com criação de porcos ao lado. Outubro 2016	44
Figura 11 - Resultados de metais na amostra de ração extrusada	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1 QUALIDADE DA ÁGUA E IMPORTÂNCIA DE SUA PRESERVAÇÃO.....	14
1.2 CENÁRIO DA PISCICULTURA NO BRASIL E EM RONDÔNIA.....	15
1.3 EFEITOS DA PISCICULTURA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA	17
1.4 PISCICULTURA E LEGISLAÇÃO	21
1.4.1 Resolução conama 357/2005	21
1.4.2 Resolução conama 413/2009	23
1.4.3 Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009	23
1.4.4 Lei nº 1.861 de janeiro de 2008.....	23
2 MATERIAIS E MÉTODOS	25
2.1 Área de estudo	25
2.2 Amostragem e coleta de dados	25
2.3 Análises das variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água.....	28
2.4 Tratamento estatístico.....	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 Temperatura da água e Potencial Hidrogeniônico (pH).....	31
3.2 Turbidez, sólidos totais e condutividade elétrica.....	33
3.3 Nutrientes dissolvidos (Amônia, Ortofosfato e Nitrito).	38
3.4 Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio	42
3.5 Variáveis microbiológicas.....	45
3.5.1 Coliformes Fecais e Totais	45
3.6 METAIS	46
3.6.1 METAIS NA ÁGUA.....	46
3.6.2 METAIS NO MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO (MPS)	49
3.6.3 METAIS NA RAÇÃO EXTRUSADA	50

CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
RECOMENDAÇÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial ao surgimento e a manutenção da vida na Terra e indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades humanas, apresentando, por essa razão, valores econômicos, sociais e culturais, além de importância estratégica para os setores produtivos (OLIVEIRA, 2012).

Com o crescimento demográfico e melhora nos índices de qualidade de vida da população, cresce também a demanda de água para suprir suas necessidades. Em contrapartida, a eficácia na forma de utilização da água não acompanha esses índices, ocasionando vários impactos ambientais provenientes de uma gestão não integrada e insustentável.

Em relação às distintas formas de utilização dos recursos hídricos, a piscicultura é uma atividade de grande proveito destes recursos, apresentando grande potencial de crescimento no país devido ao extenso lençol hídrico que o mesmo possui. Além disso, a piscicultura é uma atividade produtiva que tem crescido significativamente nos últimos anos, e se tornando grande fonte de renda e geração de emprego (FEIDEN et al., 2015).

Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2010), revelaram que o consumo de pescados no mundo em 2009 foi de 116.960 toneladas, valor superior a 17kg por habitante. Já no Brasil, a média de consumo *per capita* se mostrou inferior, permanecendo em torno de 9kg, ao mesmo tempo que a Organização Mundial da Saúde (OMS) aconselha um consumo *per capita* de 12 kg/ano, como uma forma de fortalecer a segurança alimentar. Todavia, de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2011), o consumo brasileiro vem crescendo, pois no ano de 2003 era inferior a 6,5 kg/hab.

Paralelo a isso, autores como Bastian (1991), Castellani e Barella (2006) e Feiden et al., (2015) mencionam que, a piscicultura, embora traga benefícios

econômicos, é uma atividade causadora de potencial degradação ambiental. As altas taxas de alimentação aliada às altas densidades de estocagem de peixes, que comprometem a qualidade da água dos tanques de produção, ocasionando um ambiente rico em sólidos suspensos e nutrientes, compostos principalmente por matéria fecal e restos de ração, aumentando assim a demanda bioquímica de oxigênio (GHATE et al., 1997).

Deste modo, como na maioria das vezes o lançamento dos efluentes ocorre diretamente nos rios, sem tratamento prévio, o grande aporte de matéria orgânica e acúmulo de substâncias contidas nos efluentes da piscicultura são dois dos principais problemas ambientais que são encontrados nos ecossistemas aquáticos. Esse fato tem gerado uma preocupação crescente com o alto grau de poluição e contaminação em que os corpos hídricos se encontram atualmente (TUNDISI, 2003; TAVARES, 2004; LIMA, 2010).

Nesta ótica, estudos que enfoquem a dinâmica desses ecossistemas evidenciando a qualidade da água, são de grande importância para a piscicultura, uma vez que todos os fatores atuam de maneira interligada (APPOLO e NISHIJIMA, 2011). Assim, o monitoramento dos recursos hídricos proporciona uma melhoria nos processos de gestão e acompanhamento dos procedimentos efetivados.

Desta forma, faz-se necessário a realização de estudos para que se obtenham informações das condições existentes em tais sistemas, e em relação à qualidade dos efluentes destinados aos corpos hídricos, principalmente em locais onde não existe o devido tratamento do efluente gerado pela atividade.

Evidencia-se também, a necessidade de monitoramento da qualidade dos corpos hídricos receptores, por meio de variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água para avaliação e compreensão da influência das ações antrópicas sobre o meio, o que permite buscar medidas de intervenção ou de mitigação dos possíveis problemas.

Portanto, mediante ao que foi exposto, o presente estudo teve a finalidade de analisar a qualidade da água utilizada em um sistema de piscicultura em uma propriedade rural do município de Ji-Paraná - RO. Como objetivos específicos, almejou-se:

- a) avaliar a qualidade da água de captação, dos tanques de piscicultura, do efluente e do corpo hídrico receptor do efluente;
- b) comparar os resultados obtidos com a Resolução CONAMA 357/2005 e Resolução CONAMA 430/2011.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 QUALIDADE DA ÁGUA E IMPORTÂNCIA DE SUA PRESERVAÇÃO

A água é o elemento mais abundante da Terra e um dos recursos mais importantes e essenciais à vida. Diversos autores têm debatido a respeito das limitações desse recurso e traçado estimativas preocupantes referentes à disponibilidade de água para a população mundial.

O Brasil, por se tratar de uma região com extensa rede hídrica, espera-se maiores dificuldades na percepção da fragilidade e das limitações deste recurso. Entretanto, em países situados nas regiões áridas ou semiáridas, as limitações de água não se tratam de uma previsão alarmista, uma vez que os recursos já se encontram sob intenso e atual estresse (CARDOSO, 2012). Além do crescimento populacional, o modelo de desenvolvimento adotado adverte que a demanda de água aumentará exponencialmente conforme o crescimento econômico (ZANIBONI FILHO, 2005).

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2014), 27% da população do Brasil não tem acesso à água tratada e aproximadamente 50% não são contempladas com serviços apropriados de esgotamento sanitário.

Essa situação se torna mais preocupante quando analisado os valores do estado de Rondônia, onde somente 1,6% dos domicílios são contemplados com serviços de esgotamento sanitário, sendo este o estado brasileiro com a menor porcentagem de coleta de esgoto entre os estados do país (IBGE, 2010). Em relação aos índices de atendimento urbano por rede de água, em média, 50% do estado é contemplado com esse serviço (SNIS, 2014).

Vale ressaltar que a escassez de água é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo para os usos sustentáveis dos recursos naturais. Para Rocha (2007), esta escassez está em constante crescimento, seja pelo aumento da população humana, seja pela extrapolação da capacidade de suporte decorrente da recepção de altas cargas poluidoras.

Além da escassez de água em quantidade, essa problemática se agrava ainda mais, pois, existem também situações em que as fontes de água doce utilizadas pela população, como por exemplo, poços, lagos, riachos e rios, são afetadas constantemente pelo lançamento de esgotos *in natura*, ou de efluentes industriais com altas cargas

poluidoras, ocasionado à degradação e contaminação desses mananciais (FRANCO, 2006). Esse fato, além de contribuir com o aumento da escassez de água em qualidade, pode causar sérios riscos à saúde pública devido os contaminantes que são lançados (BAPTISTA, 2012).

No tocante ao lançamento de esgotos sem tratamento nos corpos hídricos, Pimenta et. al., (2002), destacam que a matéria orgânica presente nos efluentes ao entrar em um sistema aquático, leva a uma grande proliferação de bactérias aeróbicas, provocando o consumo de oxigênio dissolvido que pode reduzir a valores muitos baixos, ou mesmo extinguir, gerando impactos à vida aquática aeróbica. Têm-se como outros exemplos de impactos a eutrofização, a disseminação de doenças de veiculação hídrica, agravamento do problema de escassez de água de boa qualidade, desequilíbrio ecológico, entre outros (PIMENTA *et al.*, 2002).

Dessa maneira, é evidente que a preservação e o uso sustentável da água são essenciais para proporcionarem uma melhoria no quadro de saúde da população e também, são condições primordiais para busca da sustentabilidade.

Para isso, se faz necessário que as políticas de gerenciamento dos recursos hídricos sejam respeitadas para que se tenha uma melhoria da qualidade e equilíbrio entre oferta e demanda da água (HENKES, apud BUTSKE 2002).

1.2 CENÁRIO DA PISCICULTURA NO BRASIL E EM RONDÔNIA

Aquicultura consiste em uma atividade destinada para a criação de seres vivos aquáticos, como peixes, crustáceos, anfíbios, moluscos e plantas. O principal objetivo desta atividade é a produção de alimentos de origem aquática, destinados tanto para consumo humano, como, para o desenvolvimento larval de espécies, que irão servir de alimento para outros organismos aquáticos (LACHI, 2006).

Dentro deste cenário, insere-se a piscicultura, que é uma modalidade da aquicultura, cujo principal característica é a criação de peixes em ambientes artificiais, podendo ser em água doce e marinha (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2015).

De acordo com Macedo (2010), a piscicultura tem se expandido mundialmente nos últimos anos e seu desenvolvimento no Brasil ganhou forte impulso com o programa de industrialização da pesca implantado pelo Governo Juscelino Kubitschek, no final da década de 50, com a criação da Superintendência de Desenvolvimento da

Pesca (SUDEPE) em 1962 e a promulgação do novo Código de Pesca através do Decreto-Lei 221, de 28 de fevereiro de 1967.

Além desses fatores, a demanda mundial por pescados vem crescendo de forma acelerada em decorrência do aumento populacional e da busca por alimentos mais saudáveis. De acordo com projeções da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) para o período entre 2012 a 2021 haverá um crescimento de 15% da produção agrícola e pesqueira sobre o nível médio estipulado para o período 2009 a 2011, o que contabiliza 172 milhões de toneladas em 2021.

Segundo informações do Ministério da Pesca e Aquicultura (2011), o Brasil produz aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados. Essa atividade gera um PIB de aproximadamente R\$ 5 bilhões, mobilizando cerca de 800 mil profissionais que oferece 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos.

Corroborando com essas informações, Kubtiza (2015), menciona que, embora o Brasil seja um grande produtor de suínos, bovinos e frango, a piscicultura foi o setor de carnes que apresentou maior acréscimo percentual em produção entre os anos de 2004 e 2014, com crescimento anual médio de aproximadamente 8%, contra 5,1% para bovinos, 4,1% para o frango e 2,9% para suínos (FIGURA 1). Além disso, a média de produção de tilápia, principal espécie aquícola cultivada no país, apresentou crescimento de 14,2% ao ano no mesmo período.

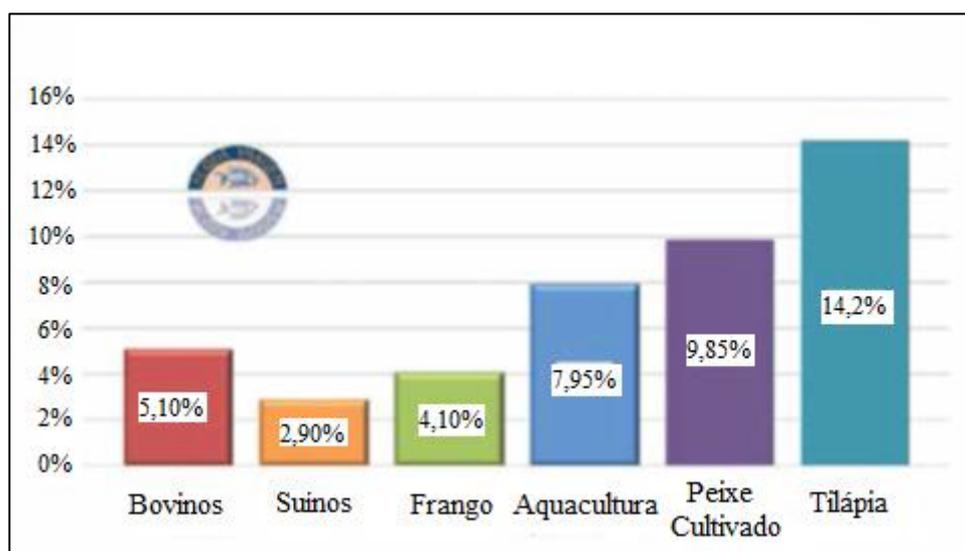


Figura 1- Crescimento médio anual da produção de carnes no Brasil (2004 a 2014).

Fonte: Adaptado de Kubtiza (2015).

O Brasil também dispõe de condições naturais muito promissoras à produção de pescados. O país tem propriedade sobre uma zona econômica exclusiva de 3,5 milhões

de km² (KUBTIZA, 2012). No que se refere às águas continentais, há no país mais de 10 milhões de hectares de lâmina d'água, distribuídos em 437 reservatórios de usinas hidrelétricas, açudes e propriedades particulares, o que representa aproximadamente 13% do total da reserva de água doce disponível no mundo. Outros aspectos favoráveis é o clima que proporciona o crescimento de organismos cultivados e a diversidade de espécies.

Neste cenário, as condições climáticas favoráveis, o grande potencial hídrico, espécies de peixes que apresentam aptidão para a piscicultura, a topografia, a facilidade de adaptação de tecnologias estrangeiras e de possibilidade de fácil importação de insumos e equipamentos, além de ótimas condições para colocação de seus produtos, tanto no mercado interno como externo, potencializam a produção piscícola (PAIVA, 2014).

No Estado de Rondônia a piscicultura se encontra em pleno desenvolvimento. A riqueza hídrica do Estado aliada às altas temperaturas durante todo o ano, os solos argilosos, a excelente formação topográfica, associados com a boa logística de escoamento, são aspectos favoráveis que potencializam a região para o desenvolvimento dessa atividade produtiva (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2013).

Segundo informações da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM (2014), o Estado de Rondônia produz 64.833 toneladas de pescados por ano, ficando em primeiro lugar na produção nacional de Tambaqui em cativeiro e destacando-se como o maior produtor de peixes em água doce do país (DECOM, 2014).

Porém, apesar desse significativo crescimento na atividade de piscicultura, o que conseqüentemente a torna grande fonte de renda e geração de emprego, a mesma é uma atividade antrópica de grande proveito dos recursos naturais, e que, interfere no equilíbrio dos ecossistemas, podendo causar desequilíbrios ambientais quando realizada de forma inadequada.

Portanto, essa é uma preocupação que deve estar sempre presente no cenário da piscicultura do país, pois no decorrer do processo de produção de peixes, é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros, o que ocasiona uma alteração natural dos efluentes que são lançados no corpo receptor (KUBTIZA, 2000).

1.3 EFEITOS DA PISCICULTURA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA

Citam-se como fatores que levam a alteração da qualidade da água no processo de piscicultura, a própria qualidade da fonte de abastecimento, o manejo, espécies cultivadas, composição e quantidade do alimento fornecido, assim como, o sistema de cultivo utilizado, profundidade, tecnologia empregada, fase de criação e as características do corpo d'água receptor do efluente (ZANIBONI FILHO, 1997; MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Conforme menciona Oliveira (2003), além da fonte de abastecimento, o manejo alimentar realizado na atividade piscícola é um dos mais importantes e decisivos fatores que influenciam na qualidade do efluente, pois as rações utilizadas apresentam alto teor de nutriente e apenas uma parte do alimento disponível é digerida pelos organismos. De acordo com Kubitza (2000), a digestibilidade da matéria seca das rações é em torno de 70 a 75%, o que significa que de 25 a 30% do alimento fornecido entra nos sistemas aquaculturais como material fecal.

Assim, no intuito de aprimorar a atividade piscicultura no Brasil, pesquisas têm sido realizadas para reduzir o aporte de N, P e C nas áreas sob influência dos parques aquícolas. Para que isso seja alcançado, deve-se incrementar a qualidade das rações, melhorando a eficiência alimentar e a biodisponibilidade destes nutrientes para os peixes (KUBITZA, 1999).

Nesse sentido, existe a chamada conversão alimentar, que é calculada dividindo-se a quantidade de alimento fornecido pelo aumento na biomassa de peixes obtido. Estudos realizados por Kubitza (1999), revelam que uma conversão alimentar de 1,3 significa que, para produzir 1 quilo de peixe foram necessários 1,3 quilos de ração. Desta forma, quanto menor o valor da conversão alimentar, melhor o aproveitamento do alimento fornecido. Já a eficiência alimentar é o inverso do índice de conversão alimentar. Uma conversão alimentar de 1,3 equivale a uma eficiência alimentar de 0,77, ou seja, 77% do alimento fornecido aparentemente foram transformados em peixe. A palavra “aparentemente” foi usada intencionalmente porque cerca de 70 a 75% do ganho de peso dos peixes é devido à incorporação de água nos tecidos corporais. Deste modo, a eficiência de incorporação da matéria seca do alimento no ganho de peso dos peixes é bem menor. No entanto, a conversão alimentar aparente é útil na avaliação prática do desempenho dos peixes e nos cálculos econômicos de cultivos utilizando rações secas.

Portanto, conforme Kubitza (1999), tentativas de reduzir a conversão alimentar para valores próximos de 1 é uma das principais estratégias para minimizar as

quantidades de N e P lançadas no sistema. Valores de conversão alimentar próximos da unidade são possíveis de serem obtidos em piscicultura intensiva, utilizando alimentos de alta qualidade e adequada estratégia de alimentação.

Especial atenção deve ser dada ao nitrogênio e o fósforo, que são elementos essenciais para o crescimento do fitoplâncton e das macrófitas aquáticas e importantes para o grau de trofia do ambiente aquático (SOARES; MOZZETO, 2006). O excesso desses nutrientes acelera o processo de eutrofização, que gera consequências, como o aumento dos processos naturais e da produção biológica em rios, lagos e reservatórios (TUNDISI *et al.*, 2002).

De acordo com Sant'anna *et al.*, (2006), ambientes muito eutrofizados são adequados para o desenvolvimento de cianobactérias, muitas das quais liberam toxinas que prejudicam a saúde, e outras que produzem metabólitos como a geosmina e o 2-metil-isoborneol, identificados como causadores de sabor ou odor de terra ou mofo na carne do peixe (MACEDOVIÉGAS e SOUZA, 2004). Assim, a alta concentração dessas algas prejudica a qualidade da carne do pescado e, conseqüentemente, o consumo, ocasionando uma imagem negativa em relação ao peixe proveniente da criação. Portanto, o processo acentuado de eutrofização pode inviabilizar o próprio empreendimento e ocasionar sérias modificações na estrutura das comunidades aquáticas comprometendo, assim, a estabilidade do ecossistema (FERREIRA *et al.*, 2005).

Dessa maneira, é possível evidenciar que o manejo alimentar inadequado pode provocar uma série de alterações no equilíbrio ecológico dos reservatórios, na qualidade da água e também na área de influência do cultivo (ROTA e QUEIROZ, 2003). Essa é uma problemática que deve se dar devida atenção, pois, em criações de peixes, segundo Kubitza (2000), é comum à utilização de alimentos de má qualidade e estratégias inadequadas, como por exemplo, administração de altas doses de ração, sem respeitar a capacidade de suporte dos tanques de criação.

Outro aspecto importante a ser considerado em relação aos impactos dos efluentes de piscicultura é o uso de fertilizantes na água, utilizado para aumentar a disponibilidade de alimento natural aos peixes. Conforme afirma OSTI (2009), esse enriquecimento artificial, principalmente com nitrogênio e fósforo, promove o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, muitas vezes ocasionando mortandade de peixes, devido ao déficit de oxigênio dissolvido na água.

Henry-Silva e Camargo (2006), destacam que o lançamento de efluentes da atividade de piscicultura, ricos em fósforo e nitrogênio, provocam a eutrofização do corpo receptor, além de reduzir e alterar a biodiversidade.

Além das consequências resultantes de toda essa problemática, a atividade piscícola também é responsável pelo lançamento de produtos químicos, que são utilizados na desinfecção, controles de pestes e predadores, tratamentos de doenças, hormônios para induzir a reprodução e a reversão sexual além dos anestésicos para transporte (ELER e MILLANI, 2007).

A retirada dos peixes e a drenagem do viveiro também são fatores que devem ser considerados quando se trata da problemática referente aos efluentes provenientes da piscicultura. O método mais comum para a retirada dos peixes dos tanques de cultivo é através da passagem de rede de arrasto. Esse procedimento prejudica a qualidade da água durante a despesca uma vez que suspende os sedimentos do fundo, onde está acumulada a maior concentração de nutrientes e de matéria orgânica do tanque (ZANIBONI FILHO, 2005).

Por fim, e não menos importante, destaca-se que os efluentes domésticos, substâncias químicas de pesticidas e fungicidas utilizados na agricultura também são prejudiciais ao sistema aquático, pois são grandes fontes de metais pesados (MOISEENKO E KUDRYAVTSEA, 2011).

Desta forma, a incidência de metais pesados na biota aquática dos sistemas de piscicultura é uma preocupação de contaminação e intoxicação, principalmente devido à propriedade bioacumulativa dos mesmos. O peixe, como alimento e importante recurso proteico, fica comprometido na cadeia alimentar, representando assim, uma das principais fontes de ingestão de metais para o homem via cadeia alimentar (FERNANDES *et al.*, 2003).

Assim, Macêdo (2007), ressalta que em um sistema de produção, o piscicultor deve projetar seu empreendimento de tal forma que a qualidade da água seja mantida em níveis que propicie máximo crescimento dos organismos cultivados, além da necessidade do efluente gerado da atividade estar dentro dos padrões estabelecidos pela legislação ambiental para lançamento em corpos receptores. Portanto, é evidente a necessidade de que boas práticas de manejo sejam realizadas em ambientes que são utilizados para o cultivo.

Neste contexto, a avaliação da qualidade da água para os animais aquáticos é considerada importante, pois além de influenciar diretamente na criação de peixes,

favorecem a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pelo efluente lançado no corpo receptor sem tratamento prévio, o que torna o monitoramento dos parâmetros limnológicos imprescindível para se obter uma eficiente produção piscícola e não prejudicar o meio ambiente (WAMBACH, 2012).

1.4 PISCICULTURA E LEGISLAÇÃO

O controle da poluição da água está intrinsecamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida.

Conforme afirma Paiva (2014), em decorrência do crescimento das atividades aquícolas no Brasil, as diretrizes produtivas relacionadas à piscicultura, semelhantemente aos demais processos econômicos relacionados à exploração ambiental, requer uma efetiva proteção legislativa, a fim de conciliar os aparentemente contrários conceitos de produtividade econômica e sustentabilidade ambiental.

Assim, no conjunto da legislação brasileira, verifica-se a grande utilização de atos administrativos normativos regulamentadores para a regulamentação da atividade aquícola brasileira (TIAGO, 2002). A seguir, são listadas as principais leis, decretos e resoluções que tratam da piscicultura no Brasil.

1.4.1 Resolução CONAMA 357/2005

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente- CONAMA, número 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, estabelecendo diretrizes ambientais para o enquadramento dos mesmos.

A referida Resolução estabelece nove classes de qualidade de água, em função dos principais usos (BRASIL, 2005). Assim, as águas destinadas ao cultivo de organismos aquáticos para alimentação humana devem se manter no padrão da Classe II, que são àquelas que podem ser destinadas, entre outros, à aquicultura e à atividade de pesca.

A Resolução estabelece que, em águas doces que ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, aplicam-se as seguintes condições e padrões, conforme descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições de qualidade para águas de classe II.

Variáveis	Valor Máximo
pH	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	500 (mg.L ⁻¹)
Oxigênio Dissolvido	> 5 (mg.L ⁻¹)
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7mg.L ⁻¹ L N, para pH ≤ 7,5
	2,0mg.L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0mg.L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5mg.L ⁻¹ L N, para pH > 8,5
Fósforo Total	0,05mg.L ⁻¹
DBO	5,0 (mg.L ⁻¹)
Turbidez	<100 (UNT)
Coliformes Termotolerantes	1000 UFC/100 mL

Fonte: Adaptado de CONAMA 357/2005.

1.4.2 Resolução CONAMA 430/2011

A Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, e complementa e altera a Resolução CONAMA 357, de 17 de maio de 2005.

O Artigo 3º da referida norma, determina que: “os efluentes de qualquer fonte poluidora, poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores somente após o devido tratamento e desde que obedeçam às exigências estabelecidas nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

O Artigo 5º estabelece que quando houver lançamento, o efluente não poderá alterar a classe do corpo receptor, ou seja, se o corpo estiver enquadrado na Classe II, após receber a carga poluidora, o mesmo não poderá passar a possuir características de ambientes de Classe III.

Referindo-se ainda à questão do lançamento de efluentes, na seção II que trata das condições e padrões de lançamento, o Artigo 16º determina que: “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo”.

Vale destacar a disposição do Capítulo III, que trata sobre as diretrizes para gestão de efluentes, o Artigo 24º estabelece que: “Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o auto monitoramento para controle e

acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos”.

1.4.2 Resolução CONAMA 413/2009

É a normativa que determina todas as ações para o licenciamento ambiental de atividades de aquicultura. Conforme estabelece a Resolução em comento, em seu Artigo 5º, tem-se:

Os empreendimentos que utilizem policultivo ou sistemas integrados que demonstrem a melhor utilização dos recursos e a redução de resíduos sólidos e líquidos, bem como os que possuem sistemas de tratamentos de efluentes ou apresentem sistemas de biossegurança poderão ser enquadrados numa das classes de menor impacto.

Ou seja, os empreendimentos que utilizam sistemas de tratamentos de efluentes, entre outros sistemas de controle, poderão ser enquadrados em uma das classes que apresentam menor impacto.

Em seu Artigo 18º, a Resolução determina que os empreendimentos de aquicultura, quando houver necessidade, deverão inserir mecanismos de tratamento e controle de efluentes que garantam o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente.

1.4.3 Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009

Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras e dá outras providências.

Os principais objetivos dessa Lei são: “desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer; o ordenamento, o fomento e a fiscalização da atividade pesqueira; a preservação, a conservação e a recuperação dos recursos pesqueiros e dos ecossistemas aquáticos; e o desenvolvimento socioeconômico, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira, bem como de suas comunidades”.

1.4.4 Lei nº 1.861 de janeiro de 2008

Trata sobre a piscicultura no Estado de Rondônia, é a Lei nº 1.861, de 10 de

janeiro de 2008 que define e disciplina a Piscicultura no Estado de Rondônia e dá outras providências.

O Artigo 21º aborda que, entre outras, constituem infrações ambientais: “a introdução de doenças e parasitas oriundos de outras bacias hidrográficas ou piscicultura no ambiente natural; a alteração significativa da qualidade dos corpos de águas receptores dos efluentes oriundos das pisciculturas”.

Essa Lei também aborda que “a responsabilização administrativa do empreendedor, pessoa física ou jurídica, que por ação ou omissão, degradar o meio ambiente, não exclui a sua obrigação de reparar o dano causado”.

Neste mesmo contexto, o artigo 35º da mesma Lei, constitui crime passível de multa de R\$ 500,00 a R\$ 100.000,00 o ato de provocar a decadência de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas e baías do Estado de Rondônia, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais.

É importante ressaltar que, para o uso de qualquer recurso natural é imprescindível conhecer a legislação vigente do setor, evitando cometer infrações, assim como contribuir para a degradação da natureza (GARUTTI, 2003).

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade do levantamento de dados a cerca da qualidade da água dos tanques de piscicultura, no intuito de contribuir tanto para o melhoramento do processo produtivo, bem como visando à proteção dos recursos hídricos, paralelo ao cumprimento das legislações vigentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Ji-Paraná está localizado na região leste do estado de Rondônia, com posição geográfica entre os paralelos $8^{\circ}22'$ e $11^{\circ}11'S$ e entre os meridianos $61^{\circ}30'$ e $62^{\circ}22'W$ (FIGURA 2). Ocupa uma área da unidade territorial de 6.896,648 km² (IBGE 2015). Possui 116.610 habitantes, sendo 10% residente em área rural e uma densidade demográfica de 16,91 hab/km² (IBGE 2010).

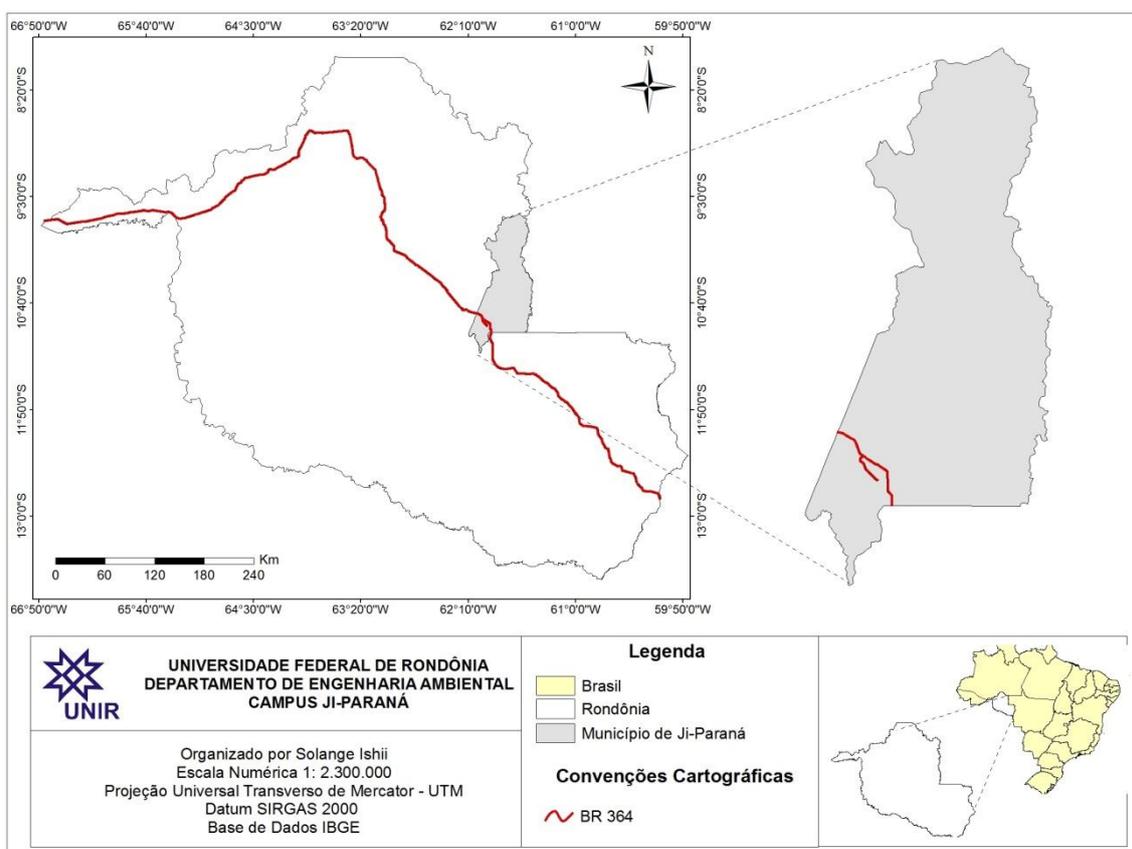


Figura 2- Mapa de localização do município de Ji-Paraná.

Fonte: mapa elaborado e organizado pela autora, 2016.

2.2 Amostragem e coleta de dados

A propriedade rural selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa está localizada na zona rural do município de Ji-Paraná, sendo que a mesma possui uma área de 98,6 hectares. O sistema de cultivo é formado por 14 tanques escavados com lâmina d'água de 7,6 hectares. A profundidade dos tanques é de aproximadamente 1,80 metros.

Das espécies de peixes cultivadas no sistema, a principal é o *Colossoma macropomum*, denominado popularmente de tambaqui. Os peixes são cultivados com uso de ração extrusada 28%, que tem como característica seus grânulos flutuarem na água quando lançados, permitindo avaliar a quantidade de ração fornecida aos peixes.

As coletas foram realizadas em sete pontos. Com a utilização de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS), os sete pontos da coleta das amostras de água foram georreferenciados, sendo: um ponto a montante do sistema, igarapé próximo a nascente (P1), cinco pontos distribuídos nos tanques do sistema de piscicultura (P2, P3, P4, P5 e P6) e um ponto no corpo receptor (P7) (FIGURA 3). A figura 4 destaca as coordenadas geográficas de cada ponto.

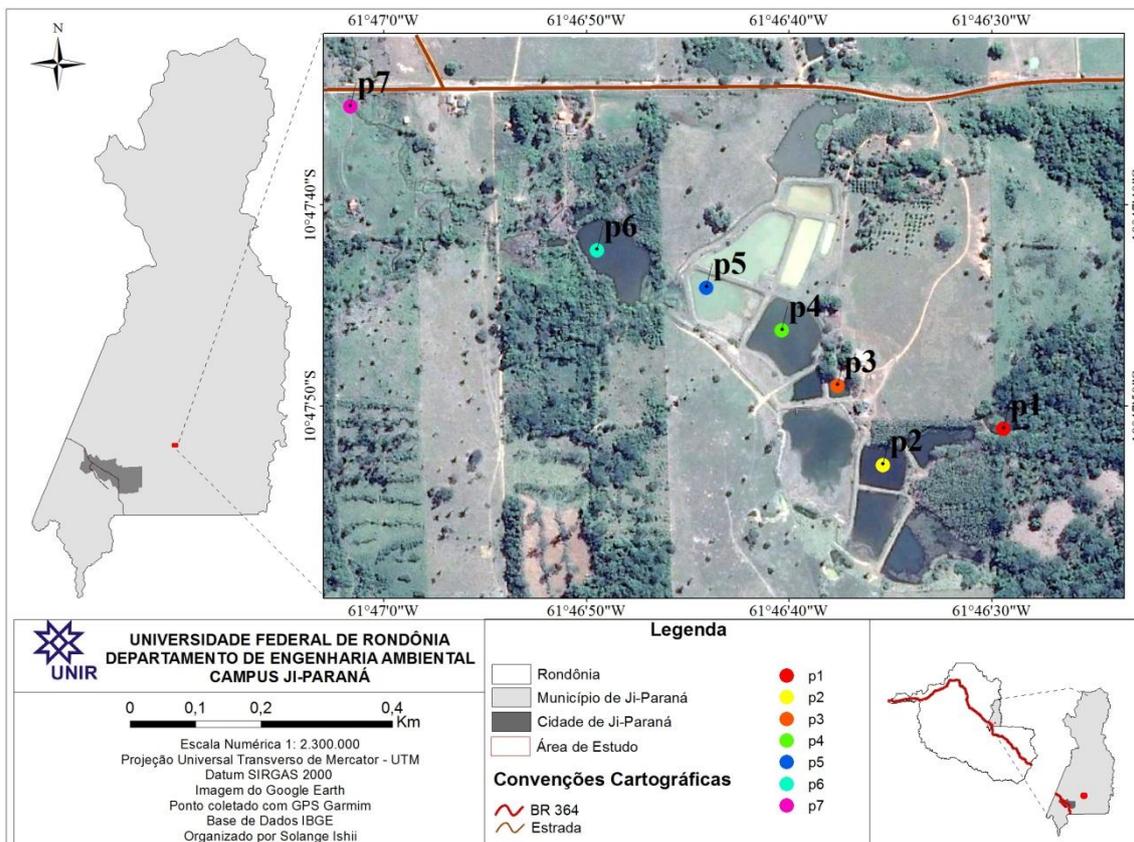


Figura 3 - Mapa de localização dos pontos de coleta no sistema de piscicultura.

Fonte: mapa elaborado e organizado pela autora, 2016.



Ponto 1: igarapé próximo a nascente.

Latitude: -10,797537

Longitude: -61,774845

Ponto 2: represa do sistema

Latitude: -10,798037

Longitude: -61,776499

Ponto 3: tanque de alevinos

Latitude: -10,796942

Longitude: -61,777120

Ponto 4: represa do sistema

Latitude: -10,796178

Longitude: -61,777881

Ponto 5: represa do sistema

Latitude: -10,795587

Longitude: -61,778917

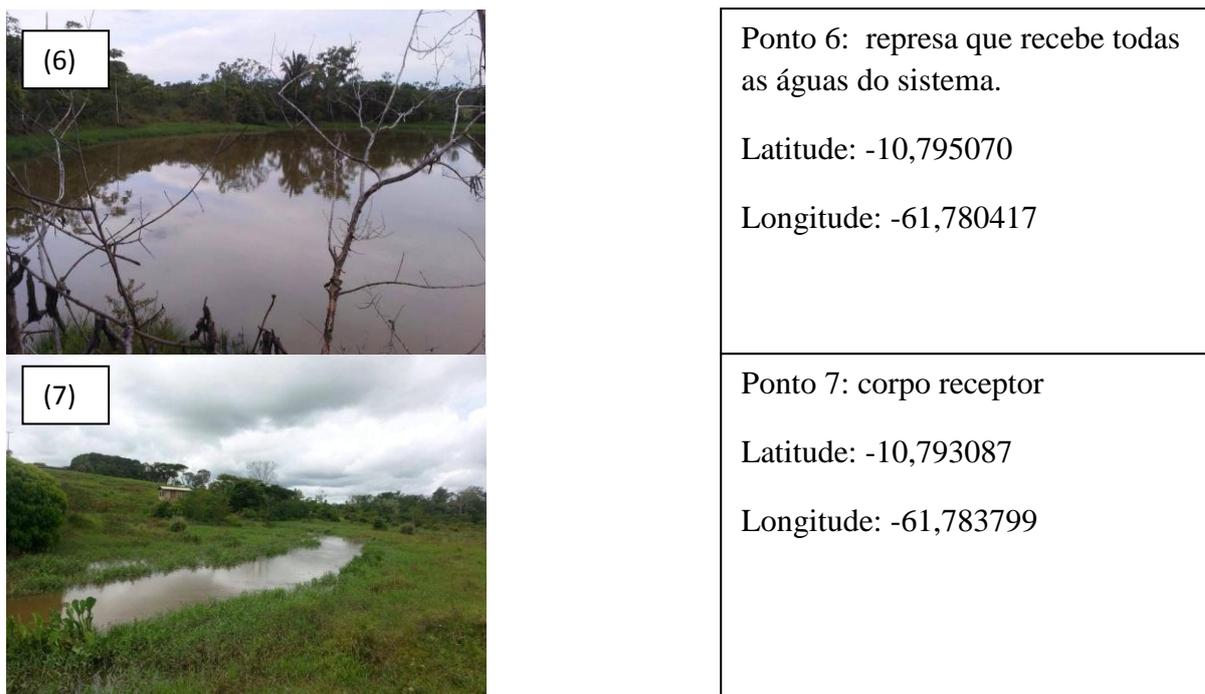


Figura 4 - Figura 4 - Coordenadas geográficas (UTM) dos pontos amostrais, P1 (A), P2 (B), P3 (C), P4 (D), P5 (E), P6 (F) e P7 (G).

Fonte: Souza, 2016.

O ponto 1 (P1) está localizado a montante do sistema e fica próximo a uma nascente servindo como fonte natural de abastecimento de água ao sistema. O ponto 2 (P2) esta dentro do sistema de piscicultura e consiste na criação e engorda de tambaqui, pesando aproximadamente 3kg. O ponto 3 (P3) refere-se a um tanque somente de alevinos. O Ponto 4 (P4) e o ponto 5 (P5) também são tanques de engorda de tambaqui. O ponto 6 (P6) fica na propriedade do sítio vizinho que recebe os efluentes dos pontos supracitados e também serve para criação de tambaqui. O ponto 7 (P7) é o corpo receptor onde recebe a descarga de todo efluente do sistema de piscicultura.

As coletas foram realizadas no intuito de abranger o ciclo hidrológico da região, caracterizam por um período de elevada pluviosidade seguido de uma estiagem acentuada. Sendo assim, as coletas foram realizadas nos meses de novembro de 2015 (mês representativo do período de transição seco/chuvoso); março de 2016 (mês representativo do período de transição chuvoso/seco) e agosto de 2016 (mês representativo do período de seca).

2.3 Análises das variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água.

No Laboratório de Limnologia e Microbiologia Ambiental-LABLIM, da UNIR, campus de Ji-Paraná, foram determinadas as seguintes variáveis físico-químicas e microbiológicas da água: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, temperatura, condutividade elétrica, turbidez, nitrito, amônia, fósforo dissolvido, sólidos totais, coliformes fecais e coliformes totais. Já no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental-LABIOGEOQ, da UNIR campus de Porto Velho, foram obtidas as concentrações de metais (prata, alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, cromo, cobre, manganês, molibdênio, níquel, chumbo, antimônio, estanho, estrôncio, vanádio e zinco).

In loco foram determinados como uso de sonda específica (LUTRON, modelo PH-221), o pH e a temperatura. Os valores de condutividade elétrica foram determinados por meio de condutímetro (YSI, modelo EC 300).

O oxigênio dissolvido foi determinado em laboratório por titulação pelo método de Winkler (1969) descrito em APHA (1998). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) foi determinada através da diferença entre a concentração de oxigênio inicial e final (após 5 dias de incubação a 20°C), de acordo com a NBR 12.615 (1992).

As análises das concentrações de amônia, nitrito e fósforo dissolvido foram realizadas com amostras de água previamente filtradas em filtros de microfibras de vidro de 0,45µm de porosidade e 47mm de diâmetro. Em seguida seguiu-se as metodologias espectrofométricas correspondentes para a determinação de cada nutriente, realizadas conforme os métodos descritos em *Standard of Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995).

As determinações dos teores de sólidos totais foram realizadas por gravimetria (APHA, 1998), já os valores de turbidez foram obtidos com auxílio de turbidímetro de bancada (HACH, modelo 2100 P).

Como análises microbiológicas foram determinadas a presença e a densidade de *Escherichia coli* e coliformes totais, obtidas utilizando-se o método de membranas filtrantes em meio cromogênico, onde os resultados são expressos em Unidades Formadoras de Colônias-UFC, conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

Os metais prata, alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, cromo, cobre, manganês, molibdênio, níquel, chumbo, antimônio, estanho, estrôncio, vanádio e zinco foram determinados nas amostras de água bruta (fração total), amostra de água filtrada (fração dissolvidas) e nas partículas retidas nos filtros de microfibras de vidro (fração

particulado em suspensão). Após a coleta e filtração no laboratório as amostras foram acidificadas com HCl (concentração final 10%). Para análise da fração total e dissolvida, foram concentrados aproximadamente 1L de água através de evaporação em chapa aquecedora (80 a 100°C). Quando obtido aproximadamente 20mL de amostra, as mesmas passaram por um processo de digestão química adicionando-se ácido clorídrico 37%. A concentração de metais na fração particulada, foi obtida submetendo os filtros a uma abertura química com uso de HNO₃ e HCl 37% em chapa aquecedora (80 a 100°C). Após abertura química, todas as amostras foram ressuspensas com ácido clorídrico 0,01N (APHA, 1998).

Os metais foram determinados por Espectrometria de Emissão óptica com Plasma – ICPOES (modelo Optima 8300, Perkin Elmer com amostrador automático S10).

A técnica de espectrofotometria de emissão consiste no fato de cada átomo ou íons tem estados de energia característicos, nos quais os vários elétrons podem permanecer. No estado normal, os elétrons tem energia mais baixa, quando se aplica energia suficiente, por meio de calor, por exemplo, um ou mais elétrons podem ser levados a um estado de energia maior, mais afastado do núcleo. Estes elétrons excitados tendem a voltar ao estado fundamental e, no processo, emitem energia que está em excesso, na forma de um fóton. Quanto maior for a energia da fonte de excitação, maior será a energia dos elétrons excitados, contribuindo através da emissão e detecção dos fótons, para a quantificação dos elementos desejados (VOGEL, 2008).

As fontes de plasma operam em temperaturas altas, entre 7000 e 15000 K. Na região do ultravioleta em particular, a fonte de plasma produz um número maior de átomos excitados que emitem energia do que nas temperaturas relativamente baixas da espectroscopia de emissão de chama. Além disso, a fonte de plasma reproduz as condições de atomização com precisão maior, como resultado obtêm-se espectros de um número maior de elementos, o que torna a fonte de plasma adequada para a determinação simultânea de elementos em diferentes concentrações (VOGEL, 2008).

2.4 Tratamento estatístico

Objetivando verificar diferença estatística entre as médias das variáveis estudadas em cada mês estudado, utilizou-se o teste estatístico de Wilcoxon Pareado, através do software Action 2.8, adotando-se o nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água em tanques de piscicultura está diretamente ligada a uma boa produção aquícola e também no que diz respeito ao descarte do efluente gerado que não pode vir a comprometer o meio ambiente (AZEVEDO e TAKYAMA, 2008).

3.1 Temperatura da água e Potencial Hidrogeniônico (pH)

Devido à temperatura apresentar características que variam de acordo com a região, não é estabelecido padrões de temperatura na Resolução CONAMA 357/2005.

Os dados de temperatura são apresentados na figura 5-A. Em novembro de 2015 (período seca/cheia), a temperatura variou de 27,3°C (P1) a 32,1°C (P5). Em março de 2016 os intervalos de temperatura registrados foram 26°C (P1) e 30°C (P6). Já para o mês de agosto de 2016 a variação foi de 25,1°C no P1 e 30,2°C no P6. As médias de temperatura encontradas foram de 27,4°C (agosto), 30,6°C (novembro) e 28,27°C (março). Estatisticamente a comparação entre os valores médios dos três meses estudados foram significativamente diferentes ($P < 0,05$).

O P6 que corresponde ao último tanque que recebe água dos demais, e onde há o lançamento para o corpo hídrico receptor (P7), apresentou durante todo o período estudado temperatura abaixo de 40°C, que corresponde ao valor de temperatura máximo para o lançamento de efluente segundo a Resolução CONAMA 430/2011.

Como apresentado, os menores valores de temperatura foram encontrados no mês representativo do período de seca (agosto de 2016) com média de 27,45°C. Ayrosa (2012), analisando características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE chavantes, rio Paranapanema (SE), encontrou menores médias em período parecido, de maio a agosto com média de 22,2°C, resultados que foram relacionados ao ambiente analisado nesse período se encontram desestratificado com isoterma em toda coluna d'água, meses nos quais a menor radiação solar propiciou temperaturas mais baixas.

Feiden *et al.* (2015), analisando a qualidade da água em tanques-rede para criação de peixes no reservatório de Salto de Caxias no Rio Iguaçu, município de Boa Vista da Aparecida/PR, também encontrou variação significativa ($P < 0,05$) ao longo dos 12 meses do ano estudado. Os maiores valores encontrados por estes autores, também foram no período de transição entre o período seco e o chuvoso.

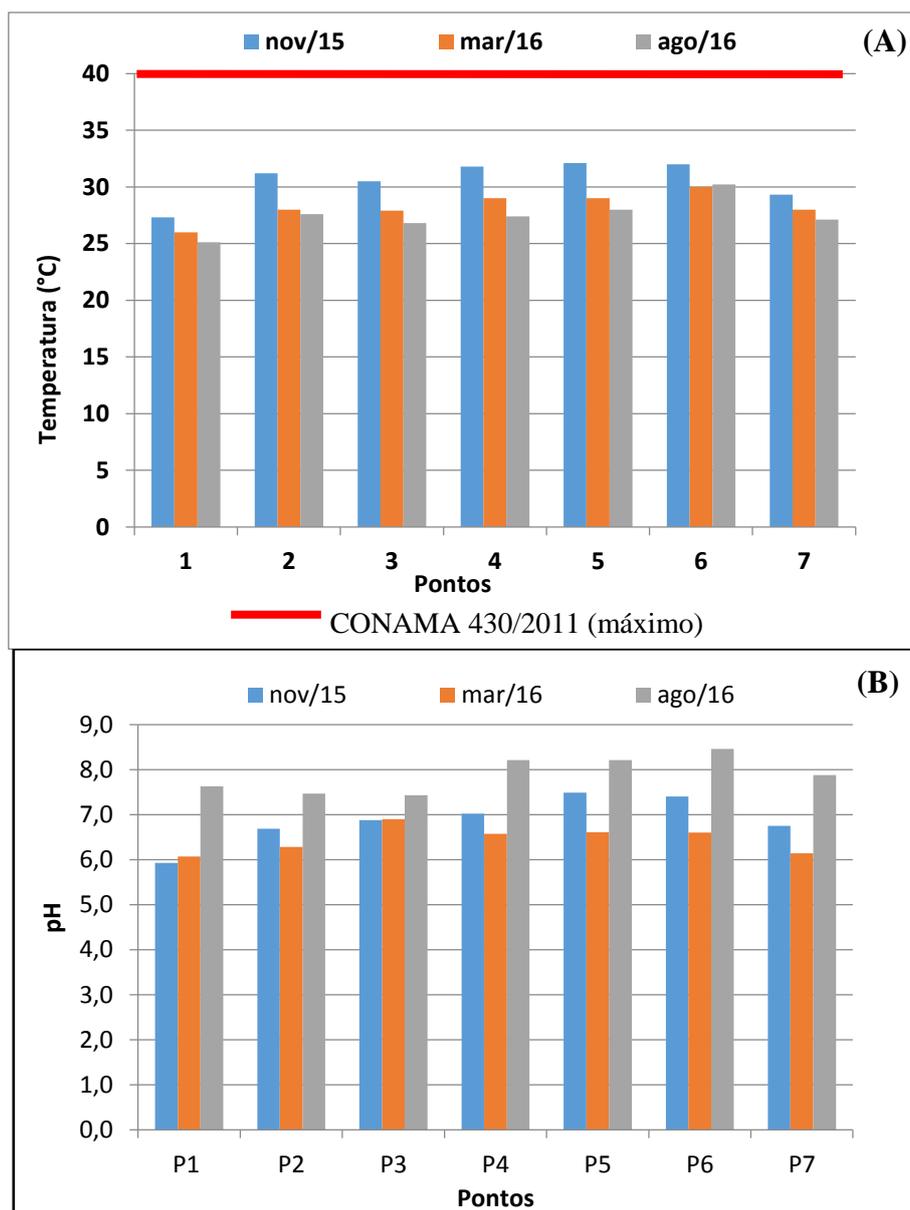


Figura 5 - Variação da temperatura da água (A) e do pH (B) nos períodos estudados.
Fonte: Autora, 2016.

Potencial hidrogeniônico é a concentração de íons de hidrogênio H^+ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (Von Sperling, 1995). Ele varia de 0 a 14.

Os resultados de pH estão dispostos na figura 5-B. Os valores registrados para a variável pH tiveram médias de 6,9 em novembro de 2015 (transição seca/cheia), com mínimo de 5,9 (P1) e máximo de 7,5 (P5); média de 6,5 em março de 2016 (transição cheia/seca), com mínimo de 6,1 (P1 e P7) e máximo de 6,9 (P3); e média de 7,9 no mês de agosto de 2016 (seca), apresentando mínimo de 7,4 (P3) e máximo de 8,5 (P6). A análise estatística apontou diferenças significativas dos valores de pH ($p < 0,05$)

encontrados em agosto dos demais meses estudados, evidenciando que em termos de pH os meses representativos dos períodos de transição seca/cheia (novembro) e cheia/seca (março) foram similares, apresentando valores levemente ácidos, e na seca valores de neutro a básicos.

A Resolução do CONAMA 357/2005 preconiza para águas de classe II, como para as demais classes, valores de pH entre 6 e 9. Apenas o P1 no mês de novembro apresentou desconformidade com resolução; registrando-se valor de 5,9. Já a Resolução CONAMA 430/2011 preconiza valores de pH entre 5 a 9 no efluente a ser lançado, desta forma, os valores de pH encontrado no ponto 6, que se refere ao lançamento do efluente, está em conformidade com a referida resolução.

Paiva (2014), ao analisar a qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná/RO, encontrou valores que variaram de 5,69 a 7,32 durante todo o período estudado, com médias de 6,48 (seca), 6,12 (seca/cheia) e 6,5 (cheia/seca). Machado (2015), ao estudar um sistema de produção de peixes no município de Rolim de Moura/RO, encontrou valores semelhantes aos encontrados pelo presente trabalho para o período de cheia/seca, variando de 5,17 a 6,77, sendo o valor médio obtido no sistema de produção estudado de $6,23 \pm 0,79$.

3.2 Turbidez, sólidos totais e condutividade elétrica

De acordo com Von Sperling, (1995), a Turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, dando uma aparência turva à mesma. Desta maneira a resolução CONAMA 357/2005 determina para os corpos hídricos de classe II valor máximo de 100UNT.

Os valores encontrados para turbidez (FIGURA6-A) foram inferiores a 37UNT durante todo o período amostrado.

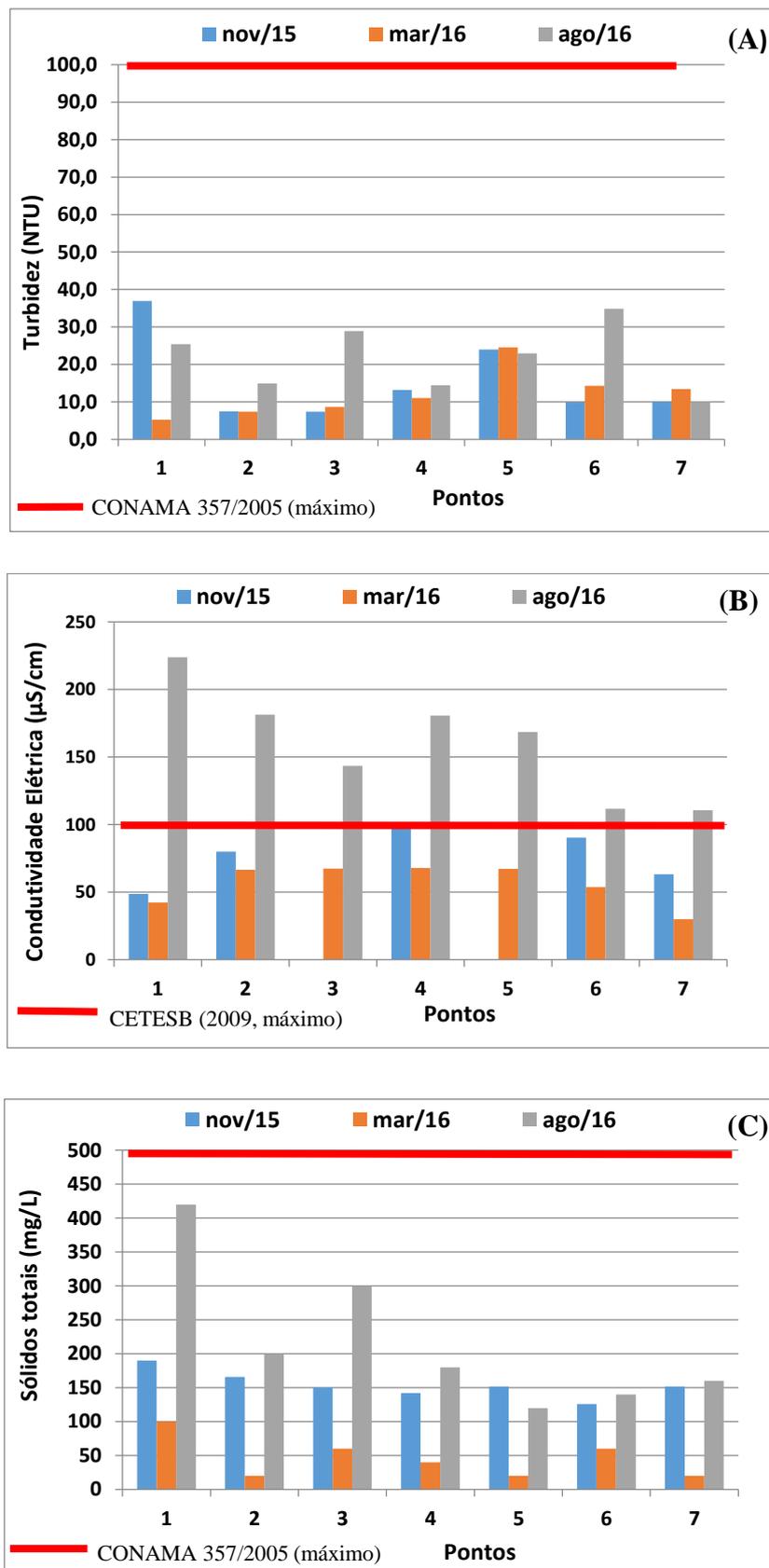


Figura 6 - Variação da turbidez (A), condutividade elétrica (B) e sólidos totais (C) nos períodos estudados.

Fonte: Autora, 2016.

No mês de novembro/15 o valor médio para turbidez foi de 15,5UNT (mínimo de 7,3UNT no P3 e máxima de 36,9UNT no P1). No mês de março/16 o valor médio foi de 12,1UNT (mínimo de 5,2UNT no P1 e máximo de 24,6UNT no P5). Os valores encontrados para o mês de agosto/16 foram mínimo 10,1UNT no P7 e máximo de 34,9UNT no P6, com média de 21,6UNT. Todos os valores encontrados estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005. Para os períodos estudados, não houve diferença significativa estatisticamente. Os valores baixos de turbidez mostram que os pontos amostrados apresentam pouco material em suspensão.

Toledo *et al.*, (2003), avaliando os impactos ambientais causados pelos efluentes de piscicultura em viveiros de Alta Floresta - MT, encontrou valores parecidos de turbidez com médias variando de 1,37UNT a 23,54UNT, explicando que os maiores valores de turbidez podem estar relacionados com a presença de fitoplâncton, os quais crescem em resposta à adição de fertilizantes ou alimentos dos peixes.

Segundo Baccarin (2002), em um estudo dos impactos ambientais e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo sob diferentes manejos alimentares localizado na cidade de Pirassununga/SP, as que foram tratadas com ração extrusada obtiveram uma média na turbidez de 27,33UNT, sendo explicado pelo autor um provável aumento na quantidade de ração fornecida aos peixes e ao aumento na decomposição da matéria orgânica, tornado assim a água mais turva.

Observou-se que os maiores valores encontrados foram no período de seca, podendo pressupor pelo fato de que neste período a lâmina d' água estava bem baixa em alguns pontos, porque o dono da propriedade aproveitou o período de seca para esvaziar alguns tanques e fazer manutenção e limpeza, sendo feita a remoção dos peixes (FIGURA 7). Lima *et al.*, (2011), em um estudo da qualidade da água em viveiros de alevinagens na estação de piscicultura de Paulo Afonso-EPPA, observou que após a drenagem dos viveiros e a diminuição na lâmina d' água, maior foram os valores de turbidez (lâmina d' água = 10cm = turbidez de 26,6UNT).



Figura 7 – Represa no sistema no período de seca, P6. Agosto de 2016.
Fonte: Autora, 2016.

Segundo Esteves (1998), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica. Sendo Dependente das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na coluna d'água, portanto, representa desta forma uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2009). Como no caso da Resolução 357/2005 que não estabelece mínimo e máximo no padrão para a condutividade elétrica, portanto, utilizou-se os valores estabelecidos pela CETESB (2009), onde valores de condutividade elétrica maiores que $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

Os valores de condutividade elétrica variaram de $30\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no P7 (março/16) a $223,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no P1 (agosto/16). No mês de novembro, a média registrada foi de $76,75\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, com valor mínimo de $48,7\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P1) e o máximo de $99\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P4). Para o mês de março/16, a média registrada foi de $56\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, com valor mínimo de $30,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P7) e máximo de $67,9\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P4). A média registrada para o mês de agosto/16 foi de $160\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, teve valor mínimo de $110,6\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P7) e máximo de $223,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P1), (FIGURA 6-B). De acordo com estabelecido pela CETESB (2009), apenas o período de seca esteve em desconformidade, com todos os valores superiores a $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, variando de $110,6\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a $223,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Observou-se que os maiores valores de CE registrados foram no mês de agosto/16 (seca), sendo explicado por Mendes *et al.*, (2008), que neste período os

elevados valores da CE são ocasionados pelo efeito da concentração de sais decorrente da diminuição das precipitações pluviométricas e do aumento da evaporação de água que de acordo com Esteves (1998) traz que em regiões tropicais, os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas e com as condições climáticas (estação de seca e de chuva) da região onde estão localizados. Segundo Osti (2009), demonstra que os valores de condutividade elétrica da água estão normalmente associados com o processo de produção primária e decomposição da matéria orgânica em ambientes aquáticos naturais e construídos.

Os sólidos totais dissolvidos é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água, que mede a concentração de substâncias iônicas. A determinação dos sólidos totais detém importância na qualidade estética da água (PARRON *et al.*, 2011). A resolução CONAMA 357/2005 preconiza que para sólidos dissolvidos totais o padrão máximo permitido para corpos hídricos de classe II é de 500mg.L^{-1} .

Os valores registrados para sólidos totais nos 7 pontos estudados, variaram entre 20mg.L^{-1} a 420mg.L^{-1} . Conforme ilustra a figura 6-C, o mês de novembro/15 (seca/cheia), sendo que ocorreu uma variação de $126,6\text{mg.L}^{-1}$ no P6 a 190mg.L^{-1} no P1; para o mês de março/16 (cheia/seca), a variação foi de 20mg.L^{-1} (P2, P5 e P7) a 100mg.L^{-1} P1; já para o mês de agosto/16 (seca), a variação foi de 120mg.L^{-1} P5 a 420mg.L^{-1} P1. Ou seja, as médias de sólidos totais registradas foram de 154mg.L^{-1} (novembro/15), $45,71\text{mg.L}^{-1}$ (março/16) e $217,14\text{mg.L}^{-1}$ (agosto/16). Dos meses estudados, todos estiveram conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

Os maiores valores foram registrados no período de seca, com máxima de 420mg.L^{-1} (P1). Os menores valores foram encontrados no período chuvoso, variando de 20mg.L^{-1} a 100mg.L^{-1} . Tal resultado pode ser decorrente da diluição da água, onde todo material autóctone presente no corpo hídrico se dissolve em volume maior de água quando inicia período de chuva. Paiva (2014), encontrou um comportamento semelhante, onde valores do período chuvoso foram menores que do período seco, registrando valores com médias, $167,42\text{mg.L}^{-1}$ (Seco) e $34,1\text{mg.L}^{-1}$ (chuvoso). Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) no mês de março em relação ao demais meses.

Padilha (2005), coloca que no período seco a ressuspensão de sedimentos pode influenciar as concentrações dos sólidos totais dissolvidos, em função da menor profundidade da lâmina da água mais susceptíveis à ação dos ventos. Segundo Silva (2007), cargas de sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática devido à sedimentação no leito dos viveiros e dos rios causando a morte dos organismos que

fornece alimentos a outros organismos e também danificando os leitos de desova dos peixes.

3.3 Nutrientes dissolvidos (Amônia, Ortofosfato e Nitrito).

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes do metabolismo de ecossistemas aquáticos. Tal importância deve-se à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos na biomassa (ESTEVES, 1998). No meio aquático, o nitrogênio está sob várias formas, uma delas é na forma de amônia (NH_3). Sendo destacado por Bastos (2003) que as principais fontes de amônia nos viveiros são através dos excrementos dos peixes, os fertilizantes químicos e a degradação bacteriana dos compostos nitrogenados.

Conforme exposto na figura 8-A, para o mês de novembro/15, a média registrada para amônia foi de $0,29\text{mg.L}^{-1}$, com valor mínimo de $0,18\text{mg.L}^{-1}$ (P4 e P6) e máximo de $0,61\text{mg.L}^{-1}$ (P1); já o mês de março/16, a média foi de $0,55\text{mg.L}^{-1}$, com mínimo de $0,14\text{mg.L}^{-1}$ (P3) e máximo de $1,01\text{mg.L}^{-1}$ no (P2); a média registrada para o mês de agosto/16 foi de $0,71\text{mg.L}^{-1}$, apresentando mínimo de $0,32\text{mg.L}^{-1}$ (P4) e máximo de $1,78\text{mg.L}^{-1}$ (P2). Estatisticamente vale salientar que houve diferença significativa ($P < 0,05$) com o mês de novembro em relação ao mês de agosto. Porém, todos os períodos estão de acordo com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, que determina que os valores de nitrogênio amoniacal sejam de $3,7\text{mg.L}^{-1}$ para $\text{pH} \leq 7,5$ em corpos hídricos de classe II.

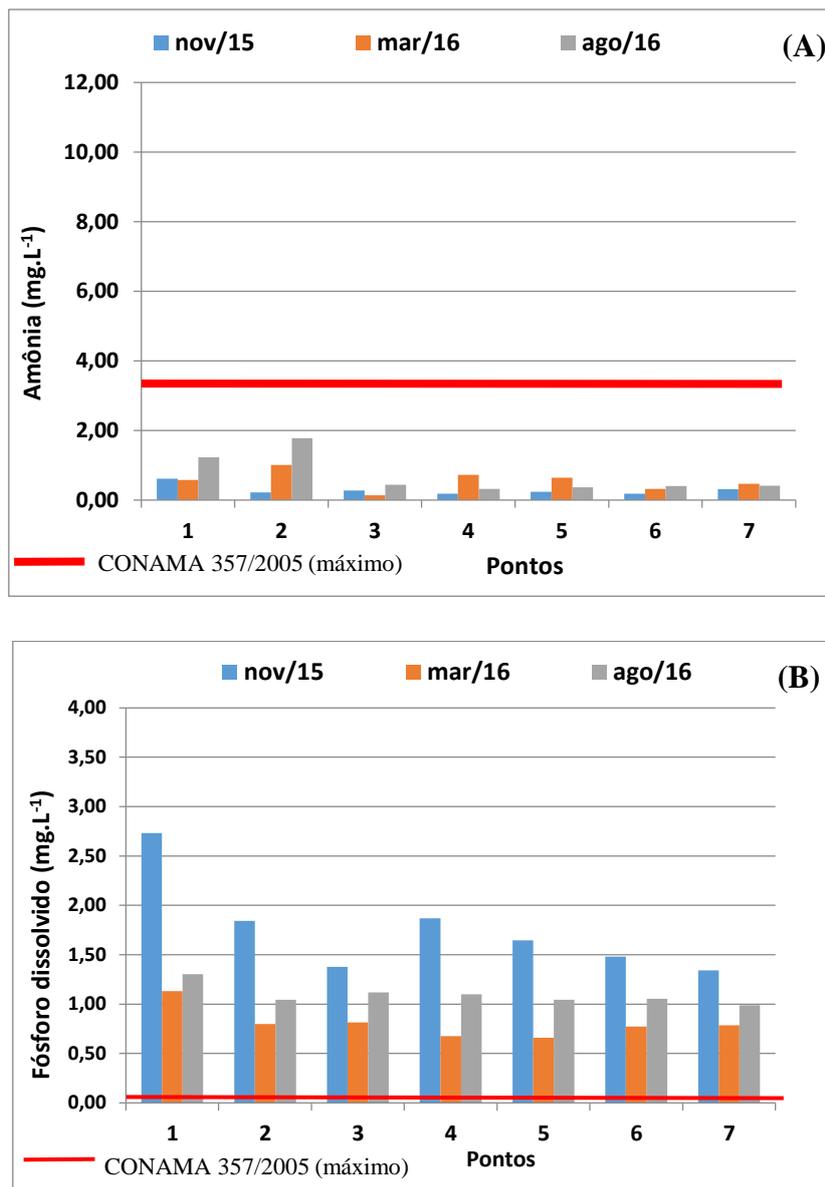


Figura 8 - Variação da amônia(A) e fósforo dissolvido nos períodos estudados.
Fonte: Autora, 2016.

Silva (2007), avaliando a caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do rio Cuiabá/MT, encontrou médias de amônia que variaram de $0,1\text{mg.L}^{-1}$ a $1,0\text{mg.L}^{-1}$, exemplificando o autor que essa situação pode ser agravada pelos elevados níveis de proteína nas rações. Segundo Kubitz (1999), valores de amônia não ionizada acima de $0,2\text{mg.L}^{-1}$, já são suficientes para induzir uma toxidez crônica levando a uma diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes às doenças. O nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes (Von Sperling, 1995). Ainda conforme Sperling, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição do corpo d'água.

A concentração dessa variável é provocada principalmente a partir da decomposição da matéria orgânica ou pela excreta dos peixes. Os maiores valores registrados foram no P1 ($1,23\text{mg.L}^{-1}$), sendo um igarapé rodeado por mata ciliar e foi observado grande quantidade de matéria orgânica ao redor e no P2 ($1,78\text{mg.L}^{-1}$) ser um tanque de engorda dos peixes (3kg a 5kg) que segundo o dono do sistema, há uma maior quantidade de peixes nesse tanque.

A concentração de fósforo total na água determina seu estado trófico. A adição de nutrientes e especialmente fósforo aos viveiros de aquicultura através de rações são responsáveis pelo crescimento repentino e excessivo de fitoplâncton e pode ser associada com problemas de qualidade da água (QUEIROZ e SILVEIRA, 2006). Segundo Silva (2007), o fósforo como nutriente faz parte de alguns processos metabólicos importantes, tais como: fotossíntese, respiração e síntese proteica; sendo, portanto, um elemento essencial na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos.

No presente estudo somente o fósforo dissolvido foi analisado, mas as comparações foram feitas com o fósforo total já que o dissolvido é parte do mesmo. A resolução CONAMA 357/2005 preconiza valores somente para o total para corpos hídricos de classe II, em ambientes intermediários, o valor de $0,05\text{mg.L}^{-1}$.

No mês de novembro/15 (período seca/cheia), o fósforo dissolvido variou de $1,34\text{mg.L}^{-1}$ (P7) a $2,73\text{mg.L}^{-1}$ (P1); no mês de março/16 (período cheia/seca) a variação foi de $0,66\text{mg.L}^{-1}$ (P5) a $1,13\text{mg.L}^{-1}$ (P1); já no mês de agosto/16 (período seca), a variação do fósforo dissolvido foi de $0,99\text{mg.L}^{-1}$ (P7) a $1,30\text{mg.L}^{-1}$ (P1) (FIGURA 8-B). As médias registradas nos meses estudados foram de $1,75\text{mg.L}^{-1}$ (novembro/15), $0,80\text{mg.L}^{-1}$ (março/16) e $1,09\text{mg.L}^{-1}$ (agosto/16). Estatisticamente a comparação entre os valores médios dos três meses estudados foram significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Todos os meses estudados estiveram em desconformidade com a resolução, ou seja, se os valores para fósforo dissolvido deram maiores que $0,66\text{mg.L}^{-1}$, significa que o total vai ser $\geq 0,66\text{mg.L}^{-1}$, sendo uma problemática maior devido o dissolvido já estar fora do preconizado pela CONAMA 357/2005, que irá contribuir para a eutrofização do corpo hídrico receptor. Os maiores valores registrados de fósforo dissolvido foram no mês de novembro (período seca/cheia). De acordo com Boyd e Gautier (2000), o aumento do fluxo de água acelera a liberação de fósforo do sedimento, resultando em maior disponibilização do nutriente para a coluna d'água.

O nitrito (NO_2^-) é outra forma que o nitrogênio pode ser encontrado no meio aquático. Silva (2007), ressalta que os compostos de nitrogênio, na forma orgânica ou

de amônia, referem-se à poluição recente, enquanto que nitrito e nitrato à poluição mais remota. Segundo Esteves (2011) o nitrito em altas concentrações pode ser tóxico aos organismos aquáticos e até mesmo ao homem, no caso de ingestão da água com concentrações elevadas de nitrito (superior a 10mg.L^{-1}). A resolução CONAMA 357/2005 preconiza que para corpos hídricos de classe II o limite máximo de nitrito permitido é de $1,0\text{mg.L}^{-1}$.

TABELA 2 - Variação de Nitrito nos períodos estudados. Resultados em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

	nov/15	mar/16	ago/16
P1	10,06	<5	<5
P2	5,49	<5	<5
P3	<5	<5	<5
P4	<5	<5	<5
P5	6,06	7,5	6,91
P6	<5	5,3	5,2
P7	9,2	<5	6,34

Os dados registrados de nitrito estão apresentados na tabela 2. No mês de novembro/15, o nitrito teve variação de $2,06\mu\text{g.L}^{-1}$ (P4) a $10,06\mu\text{g.L}^{-1}$ (P1); para o mês de março/16, o nitrito variou de $2,2\mu\text{g.L}^{-1}$ (P3 e P7) a $7,5\mu\text{g.L}^{-1}$ (P5); já para o mês de agosto/16, os intervalos de nitrito registrado foram de $1,20\mu\text{g.L}^{-1}$ (P3) a $6,91\mu\text{g.L}^{-1}$ (P5). As médias de nitrito encontradas foram de $5,9\mu\text{g.L}^{-1}$ (novembro), $3,9\mu\text{g.L}^{-1}$ (março) e $4,4\mu\text{g.L}^{-1}$ (agosto). Estatisticamente não houve diferença significativa na comparação dos três meses estudados, estando todos os meses em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005.

Mercante *et al.*, (2011), estudando a avaliação diurna visando boas práticas de manejo em viveiro de criação de tilápias do Nilo - São Paulo, encontrou valores máximos com concentrações de nitrito que atingiram $12\mu\text{g.L}^{-1}$, chegando a conclusão que viveiros onde são aplicados ração extrusada, as concentrações de nitrito alcançam maiores valores em comparação a viveiros sobre outros tipos de manejos alimentares. Baccarin (2002) analisando o impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo sob diferentes manejos alimentares (alimento natural, ração farelada,

peletizada e extrusada) em Jaboticabal - SP, encontrou os maiores valores ($7,34\mu\text{g.L}^{-1}$) de nitrito na água dos viveiros tratados com ração extrusada. Assemelhando-se ao presente estudo que tem como base alimentar dos viveiros a ração extrusada.

3.4 Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio

O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios, sendo principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (ESTEVES, 1998). Segundo Rotta e Queiroz (2003), as principais fontes de oxigênio dissolvido na água dos grandes reservatórios e lagos são: a fotossíntese, a difusão do ar através da interface ar e água e a entrada de água nos reservatório ou lagos.

Kubitza (1998), destaca que altas concentrações de gás carbônico associadas a reduzidos níveis de oxigênio dissolvido na água podem causar asfixia e, até mesmo, massiva mortalidade dos peixes. A resolução CONAMA 357/2005 estabelece para corpos hídricos de classe II o oxigênio dissolvido seja $>5\text{mg.L}^{-1}$.

Conforme exposto na figura 9-A, no mês de novembro/15 o OD teve variação de $1,26\text{mg.L}^{-1}$ (P1 e P3) a $9,4\text{mg.L}^{-1}$ (P7); para o mês de março/16 a variação do OD foi de $1,4\text{mg.L}^{-1}$ (P3) a $5,7\text{mg.L}^{-1}$ (P7); já para o mês de agosto/16 a variação registrada foi $2,8\text{mg.L}^{-1}$ (P2) a $7,6\text{mg.L}^{-1}$ (P5). As médias obtidas para cada mês estudado foram de $2,86\text{mg.L}^{-1}$ (novembro), $3,2\text{mg.L}^{-1}$ (março) e $5,2\text{mg.L}^{-1}$ (agosto). A análise estatística apontou diferenças significativas dos valores de OD ($p<0,05$) encontrados em agosto dos demais meses estudados. Todos os meses em algum momento estiveram fora do valor estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, ou seja, se apresentaram menor que 5mg.L^{-1} .

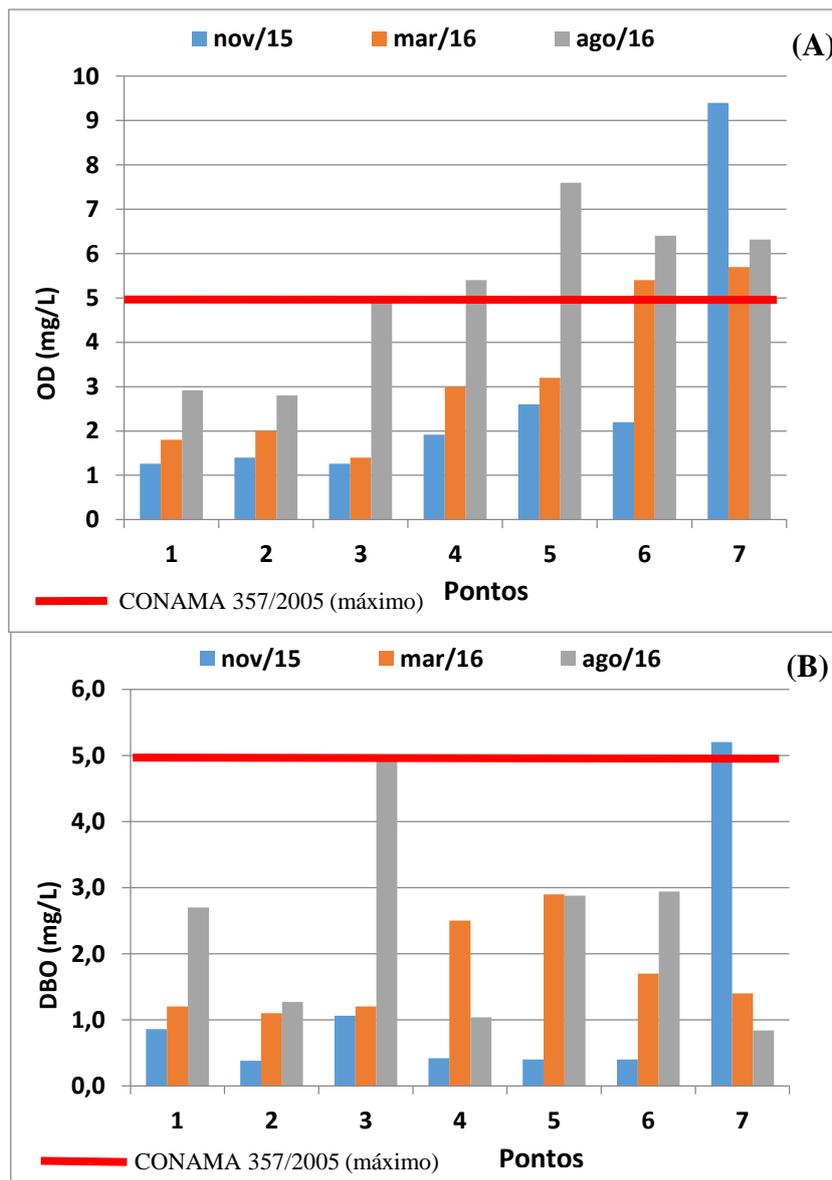


Figura 9 - Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (A) e da demanda bioquímica de oxigênio (B) nos períodos estudados.

Fonte: Autora, 2016.

Como exposto na figura 9-A, os pontos 6 e 7 registraram maiores valores de OD. O menor valor encontrado foi no P3 ($1,26\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) no mês de março/16 (período cheia/seca), o que pode ser resultado sendo que no P3 ao lado do tanque de alevinos há uma criação de porcos (FIGURA 10), que associado com a precipitação, seus excretos são acarretados para dentro do tanque, resultando em excesso de matéria orgânica, que causa grande produção bacteriana e conduz ao maior consumo de oxigênio.



Figura 10 - Ponto 3, tanque de alevinos com criação de porcos ao lado. Outubro 2016.
Fonte: Autora, 2016.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a medida da quantidade de oxigênio consumido no processo biológico de oxidação da matéria orgânica na água, ou seja, grandes quantidades de matéria orgânica utilizam grandes quantidades de oxigênio (SILVA, 2007). A resolução CONAMA 357/2005 preconiza para corpos hídricos de classe II o valor de $5,0\text{mg.L}^{-1}$, já a Resolução CONAMA 430/2011 estabelece redução mínima de 60% de DBO.

Os dados da DBO são apresentados na figura 9-B. Os valores registrados para a variável DBO tiveram médias de $1,25\text{mg.L}^{-1}$ em novembro/15, com mínimo de $0,38\text{mg.L}^{-1}$ (P2) e máximo de $5,2\text{mg.L}^{-1}$ (P7); média de $1,7\text{mg.L}^{-1}$ em março/16, com mínimo de $1,1\text{mg.L}^{-1}$ (P2) e máximo de $2,9\text{mg.L}^{-1}$ (P5); e média de $2,4\text{mg.L}^{-1}$ no mês de agosto/16, apresentando mínimo de $0,84\text{mg.L}^{-1}$ (P7) e máximo de $5,0\text{mg.L}^{-1}$ (P3). A análise estatística não apontou diferenças significativas dos valores de DBO. Em relação à CONAMA 430/2011, os meses estudados estão de acordo com o estabelecido.

Dos valores encontrados apenas um esteve em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005, com valor de $5,2\text{mg.L}^{-1}$ no P7 (novembro/15). Zaniboni Filho (2005) relata que as características do efluente gerado pela atividade de piscicultura são bastante semelhante a do efluente doméstico, apresentando elevada DBO e grandes concentrações de sólidos em suspensão, composto nitrogenado e fosfatados.

Os maiores valores encontrados foram no período seco (agosto/16), conforme Sipaúba-Tavares *et al.*, (2003), o período seco apresenta baixa circulação de água e maior tempo de residência da água, neste caso, a matéria orgânica e inorgânica tendem a

permanecer mais tempo no sistema existindo maior interação entre os fatores bióticos e abióticos.

Silva (2007), também registrou baixos valores de DBO com $1,4 \text{ mg.L}^{-1}$ (água de abastecimento), $2,6 \text{ mg.L}^{-1}$ (efluente do viveiro) e $1,7 \text{ mg.L}^{-1}$ (jusante do ponto de lançamento), explicando o autor que a vazão do corpo receptor aliada à característica do relevo, contribuíram ao rio uma boa aeração, fazendo com que o despejo fosse depurado.

3.5 VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICAS

3.5.1 Coliformes Fecais e Totais

As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento de caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral (SILVA, 2007). Rodrigues (2009), destaca que, a presença de coliformes fecais indica contaminação recente, seja de despejo doméstico, ou até pela presença de animais próximos às margens do manancial, que descartam suas excretas no solo e com as chuvas estas vão para o manancial com facilidade. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece para coliformes fecais, em corpos hídricos de classe II, o limite de 1.000 UFC/100mL.

Os valores registrados encontram-se na tabela 3. Os valores que apresentaram os maiores níveis de contaminação por coliformes totais foram no P3 (165.000 UFC/100mL) e P2 (98.000 UFC/100mL) no mês de agosto/16 e no P1 (160.000 UFC/100mL) e P4 (88.000 UFC/100mL) no mês de março/16. Já para coliformes fecais os maiores valores registrados foram no mês de novembro/15 no P4 (9.000 UFC/100mL) e no mês de março/16 no P7 (8.000 UFC/100mL).

TABELA 3 - Resultado das variáveis microbiológicas.

PONTOS	C. TOTAIS			C. FECAIS (<i>E. Coli</i>)		
	Novembro	Agosto	Março	Novembro	Março	Agosto
P1	>30000	47.000	160.000	3.000	1.000	0
P2	>30000	98.000	30.000	1.000	2.000	0
P3	30.000	165.000	15.000	7.000	3.000	1.000
P4	21.000	63.000	88.000	9.000	2.000	2.000
P5	17.000	30.000	29.000	5.000	0	1.000
P6	15.000	37.000	55.000	5.000	2.000	0
P7	30.000	44.000	53.000	4.000	8.000	3.000
RESOLUÇÃO CONAMA 357/05				1.000 UFC/100mL		

*C. TOTAIS/C.T= *Coliformes Totais**E. Coli= *Coliformes Fecais*

Fonte: Autora, 2016.

Verificou-se que apenas alguns pontos de amostragem estão dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. A Maioria das águas monitoradas apresenta condições sanitárias inadequadas, com altos índices de contaminação. Valores desta pesquisa foram superiores aos encontrados por Paiva (2014), que encontrou valores inferiores a 8.000 UFC/100mL no período chuvoso, explicando que nesse período o aumento do número de coliformes termotolerantes é esperado, devido a entrada de resíduos do entorno sendo ocasionados pelas chuvas.

No presente estudo, foi observado que em todos os pontos foram registrados coliformes fecais, que pode estar associado à presença de animais de sangue quente existentes na propriedade, como gado de corte, gado leiteiro, garças, macacos e porcos com livre acesso ao sistema de piscicultura. Os maiores valores encontrados estão no período de seca, com pico no P3 (165.000 UFC/100mL), onde esta localizado ao lado a criação de porcos que tem acesso ao tanque de alevinos e suas excreções intestinais podem estar influenciando no valor registrado.

3.6 METAIS

3.6.1 Metais na água

Os dados dos metais na água estão expostos na tabela 4, nos quais foram analisados metais na água dissolvida (D) e na água bruta (T). Todos os resultados foram comparados com a resolução CONAMA 357/2005 e com a CONAMA 430/2011.

TABELA 4 – Concentração de metais (mg/L) na fração dissolvida (D) e fração total (T) referente as amostras de água coletadas no mês de setembro de 2016.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	CONAMA 357/2005	CONAMA 430
Ag D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Ag T	0	0	0	0	0	0	0	0,1 mg/L	0,1 mg/L
Al D	0,32	0,11	0,04	0,06	0	0,05	0,07	0,1 mg/L	-
Al T	427,92	1440	183,6	593,7	630,8	520,4	182,9	-	-
As D	1,27	0,75	1,05	0,37	0	0,4	0,5	0,01mg/L	-
As T	0	0	0	0	0	0	0	-	0,5mg/L
Ba D	0,09	0,08	0,07	0,1	0	0,07	0,07	-	-
Ba T	0,07	0,09	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,7mg/L	5,0mg/L
Be D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Be T	0	0	0	0	0	0	0	0,04mg/L	-
Cd D	0	0	0	0	0	0	0	--	-
Cd T	0	0	0	0	0	0	0	0,001mg/L	0,2mg/L
Co D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Co T	0	0	0	0	0	0	0	0,05mg/L	-
Cr D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Cr T	0	0	0	0	0	0	0	0,05mg/L	-
Cu D	0,001	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,009mg/L	1,0mg/L
Cu T	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-
Mn D	0,5	0	0,3	0	0	0	0	-	1,0mg/L
Mn T	0,7	0,7	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1mg/L	-
Mo D	0,91	1,96	1,31	0,43	0	0,32	0,5	-	-
Mo T	0,54	0,63	1,33	0,23	0,29	0,06	0,24	-	-
Ni D	0	0,001	0	0	0	0	0	-	-
Ni T	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0,025mg/L	2,0mg/L
Pb D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Pb T	0	0	0	0	0	0	0	0,01mg/L	0,5mg/L
Sb D	0,05	0,11	0,1	0,75	0	0,06	0,06	-	-
Sb T	0	0	0,03	0	0,04	0,01	0,01	-	-

Sn D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Sn T	0	0	0	0	0	0	0	0,01mg/L	-
Sr D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Sr T	0	0	0	0	0	0	0	-	-
V D	0	0	0	0	0	0	0	-	-
V T	0	0	0	0	0	0	0	0,1mg/L	-
Zn D	0,03	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	-	-
Zn T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,18mg/L	5,0mg/L

Fonte: Autora, 2016.

De acordo com exposto na tabela 4, os valores que estão destacados em vermelho são os que estiveram em desconformidade com a CONAMA. Dos valores registrados para manganês total, apenas o ponto 7 esteve de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 ($0,1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). O manganês é um elemento essencial para o ser humano, quando presente no organismo, em elevadas quantidades, pode causar efeitos tóxicos em diferentes níveis, principalmente no sistema nervoso central.

Tal resultado pode estar relacionado à constituição geoquímica do solo ou devido à presença de sulfato de manganês na composição da ração (QUADRO 1).

Quadro 1 – Composição básica da ração extrusada, usada como fonte de alimentação (Fonte: fabricante).

COMPOSIÇÃO BÁSICA

Farinha de carne e ossos de bovino	Vitamina C
Milho integral moído	Vitamina A
Farelo de soja	Vitamina B1
Farelo de trigo	Vitamina B12
Farelo de glúten de milho 21	Vitamina B2
Cloreto de sódio (sal comum)	Vitamina B6
Iodato de cálcio	Vitamina D3
Niacina	Vitamina E
Selenito de sódio	Vitamina K3
Sulfato de cobalto	Ácido fólico
Sulfato de cobre	Ácido pantotênico
Sulfato de ferro	Ácido propiônico
Sulfato de manganês	Biotina
Sulfato de zinco	Cloreto de colina

Fonte: Autora, 2016.

As técnicas espectrofotométricas utilizadas nas análises dos metais em diferentes matrizes ambientais são onerosas, por isso, em trabalhos que avaliem a qualidade da água, tal parâmetro não é convencional, principalmente quando se trata de sistemas de piscicultura. Por esta razão utilizou-se como referência o trabalho de Gomes (2005). O referido autor avaliando as concentrações de metais nos sólidos em suspensão no alto rio madeira- RO, teve como resultado os seguintes valores médios: Co (9080,18g.Kg⁻¹), Cu (21621,99mg.Kg⁻¹), Cr (17189,88mg.Kg⁻¹), Pb (10953,95mg.Kg⁻¹), Zn (47369,66mg.Kg⁻¹), Mn (454193,01mg.Kg⁻¹) e Fe (35304959,46mg.Kg⁻¹). Tais valores, são maiores do que os valores encontrados na água bruta nas amostras de piscicultura.

Para os valores registrados de alumínio dissolvido, apenas o ponto 1 (0,32mg.L⁻¹) e ponto 2 (0,11mg.L⁻¹) estiveram em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005 (0,1mg.L⁻¹). O alumínio é um dos metais mais comuns da crosta terrestre e é encontrado naturalmente na água, mas interfere significativamente no ambiente aquático quando em excesso. A presença de um metal em um corpo d'água pode afetar os seres que ali habitam de duas formas básicas: pode ser tóxico ao organismo ou pode ser bioacumulado, tendo seu efeito potencializado ao longo da cadeia alimentar (LIMA, 2011). A bioacumulação dos metais pode causar mortandade da flora e fauna aquática que acaba por atingir também o homem.

3.6.2 Metais no material particulado em suspensão (MPS)

Dos metais analisados no MPS, apenas quatro obtiveram resultados os quais estão expostos na tabela 5. Ressalta-se que a legislação não traz valores MPS.

TABELA 5 – Resultados obtidos nas análises dos metais na água (dados referentes aos metais em mg.Kg⁻¹).

	Mn	Ni	Sn	V
P1	16287,19	10,17	15,80	126,60
P2	20366,35	51,22	90,34	296,61
P3	44462,76	30,55	1,92	126,10
P4	3458,68	9,45	8,62	63,47
P5	5657,53	19,29	14,45	107,97
P6	17381,30	68,45	12,66	300,31
P7	9436,96	26,10	4,57	132,05

Fonte: Autora, 2016.

De acordo com a tabela 5, dos metais analisados o manganês em todos os sete pontos foi o que apresentou os maiores valores, fato que já foi mencionado devido à presença de sulfato de manganês na ração ou a presença de manganês nos solos da região. Informações sobre desastres ambientais causados por manganês são escassas, contudo em relação à saúde humana o excesso de Mn pode se tornar tóxico. Meneses (2008), relata que apesar de todas as vantagens associadas ao consumo de peixe, este mesmo consumo pode, igualmente, acarretar riscos para o ser humano enquanto consumidor, principalmente se o organismo estiver contaminado.

Souza *et al.* (2015), em um estudo sobre Impactos da Atividade de Piscicultura na Composição Química do Sedimento em Alegre- ES, analisou os metais Cu, Zn, Fe, Mn, K, S, B, Ca, Mg e Al nos perfis de 10, 30 e 60cm do sedimento. Tais autores encontraram que quanto maior a profundidade do sedimento maior são as concentrações de Mn. O que provavelmente está relacionado com as características físico-químicas do sedimento, como textura, capacidade de troca catiônica, teor de argila e de matéria orgânica, entre outros. Gomes (2005), verificou elevadas concentrações de ferro ($35304959,46\text{mg.Kg}^{-1}$) e manganês ($454193,01\text{mg.Kg}^{-1}$).

3.6.3 Metais na ração extrusada

Minerais são utilizados pelos peixes para formação de tecidos e vários processos metabólicos. Ferro, zinco, cobre, manganês e outros minerais-traços são também requeridos para ativar diversos sistemas enzimáticos em peixes em crescimento acentuado (SANTOS, 2014).

A figura 11 apresenta os valores dos metais na ração. Para valores de metais na ração também não há legislação.

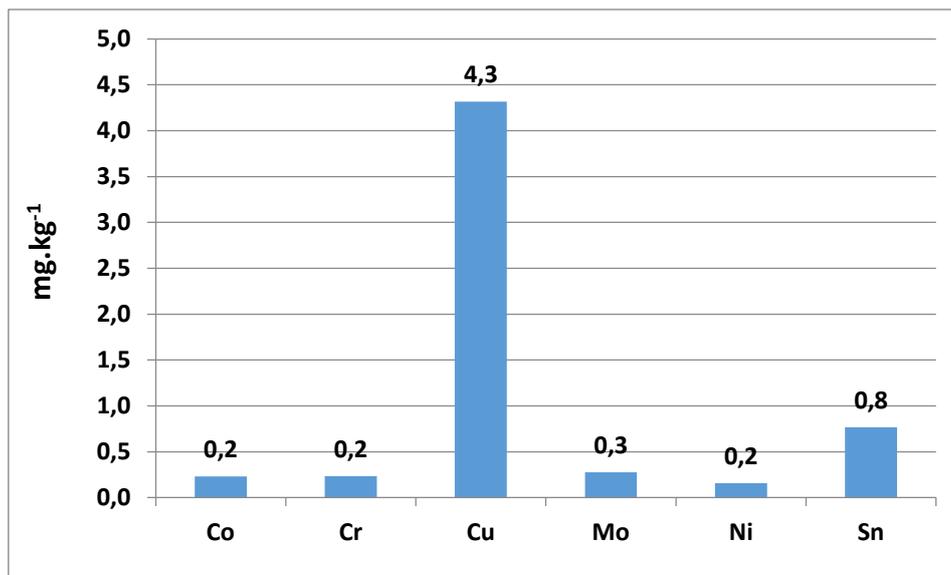


Figura 11 - Resultados de metais na amostra de ração extrusada.
Fonte: Autora, 2016.

O maior valor registrado na ração foi de cobre ($4,3\text{mg.Kg}^{-1}$), tal resultado certamente está relacionado a presença de sulfato de cobre na ração (quadro 1). No entanto, a composição traz o sulfato de cobalto e o valor registrado para cobalto ($0,2\text{mg.Kg}^{-1}$) foi bem inferior ao de cobre. O sulfato de zinco também está presente na composição da ração, mas não foram constatados valores para este metal.

O metal cromo (Cr) não está presente na composição da ração, mas houve valores registrados, lembrando que o cromo é um mineral essencial ao homem e também tóxico dependendo da forma como ele é encontrado, contudo, a toxicidade do cromo depende do seu estado de oxidação.

Em relação à saúde humana, a principal fonte de Cr pode ser o consumo de peixes contaminados pelo metal ou o uso da água contaminada sem que a mesma passe por um processo adequado de tratamento (SOUZA, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de avaliar a qualidade da água do sistema de piscicultura em estudo, abrangendo desde o ponto de captação, alguns tanques, o tanque que recebe a água de todo o sistema, denominado efluente e do corpo hídrico receptor foram selecionadas algumas variáveis limnológicas. De uma forma geral, os resultados evidenciaram que a água de todos os pontos ao longo do período estudado apresentou-se bem oxigenada, com baixas concentrações de nutrientes dissolvidos e baixa DBO. Entretanto, ressalta-se que o corpo hídrico receptor apresentou algumas variáveis em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para água de classe II. Indicando assim, que o corpo hídrico receptor está sendo impactado pela atividade de piscicultura.

Com relação à presença de coliformes totais, todos os pontos, e algum momento estiveram em desacordo com os valores preconizados pela CONAMA 357/2005. Isso provavelmente pode estar associado à presença de animais de sangue quente existentes na propriedade, sendo que os maiores valores encontrados estão no período de seca, com pico no P3 ponto este próximo à criação de suínos.

Ao comparar os dados obtidos no ponto efluente aos valores preconizados pela Resolução CONAMA 430/2011, todos as variáveis estiveram dentro do preconizado pela resolução.

Os dados de metais obtidos no material particulado em suspensão apresentaram concentrações próximas a valores encontrados em rios do estado de Rondônia. Também foi verificada a presença de cromo na ração, metal este que pode ser prejudicial à saúde humana.

RECOMENDAÇÕES

Em síntese, recomenda-se que a atividade de piscicultura deve ser desenvolvida com manejo adequado visando a manutenção da qualidade água. De extrema importância é o monitoramento contínuo da qualidade da água em todo o sistema, desde o ponto de captação até o corpo hídrico receptor, paralelo a boas práticas de manejo alimentar e realização de um estudo para escolher uma forma de tratamento adequada, de forma que não haja prejuízos para o piscicultor e para o meio ambiente. Recomenda-se também uma análise na amostra histológica dos tecidos dos peixes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYROZA, D. M. M. R. **Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE Chavantes, rio Paranapanema, SE/S, Brasil.** Jaboticabal: UNESP, 2012. Tese (Doutorado), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, 2012.

APPOLO, C. B.; NISHIJIMA T. Educação ambiental voltada à piscicultura praticada por pequenos produtores rurais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 214 - 224, 2011.

AZEVEDO, R. C. J.; TAKIYAMA, L. R.; Caracterização físico-química da água em tanques de piscicultura, município de Macapá – AP. **Revista pesquisa e iniciação científica**, Amapá, v. 24, n. 10, p. 11-14, nov 2008.

BACCARIN, A.E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares.** Jaboticabal: UNESP, 2002. Tese (Doutorado em Aquicultura, área de concentração em Aquicultura em Águas Continentais), Centro de Aquicultura. Universidade Estadual Paulista, 2002.

BASTOS, R. K. X. **Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura.** Rio de Janeiro/RJ: PROSAB, 267 p., 2003.

BOYD, C.E; GUARTIER, D. Effluent composition & waterquality standards: Implementing GAA'S Responsible Aquaculture Program. **Advocate**, v. 35, p. 61-66, 2000.

BORGHETTI, N. R.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2140-mpa-lanca-boletim-estatistico-da-pesca-e-aquicultura-2011>> Acesso em: 5 jun. 2016.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, fevereiro de 2012. **Participação da aquicultura no setor pesqueiro nacional**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2016.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, julho de 2013. **Amazônia discute logística para abastecer de pescado o Brasil**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2016.

BRASIL. Lei nº 11. 959, de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.

BUREAU, D.P. Factors affecting metabolic waste outputs in fish. **Avances em Nutrición Acuícola**. In: Simposium Internacional de Nutricion Acuicola, p. 2-17, 2004.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; DOS SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. CNPq, 2006.

CARVALHO, E. D. Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas. Relatório FAPESP. 2006.

CASTELLANI, D.; BARRELA, W. Impactos da atividade de piscicultura na bacia do rio ribeira de Iguape, SP – Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 161-171, 2006.

CECCARELLI, Paulo Sergio, J. A. Senhorini, and Gilson Volpato. *Dicas em piscicultura; perguntas e respostas*. Santana Gráfica Editora, 2000.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2009.

CONAMA. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CONAMA. Resolução nº 413, de 26 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

DECOM (Departamento de comunicação social). **Rondônia é o primeiro produtor nacional de tabaqui**. Disponível em: <<http://www.decom.ro.gov.br/index.asp>>. Acesso em 02 abril 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A aquicultura e a atividade pesqueira**, 2003. DISPONÍVEL EM: <<http://www.cnpma.embrapa.br/>>. Acesso em: 07 de out 2016.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVES, F.A. 2011 **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.; 2011.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 33-44, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization 2010 Fisheries and Aquaculture Department Statistics

FEIDEN, I. F.; OLIVEIRA, J. D. S.; DIEMER, O.; FEIDEN, A. Qualidade da água, capacidade de suporte e melhor período para criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias. **EngSanitAmbient**.v.20, n.4 (2015).

FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Pesque-pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas? **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

FERREIRA, R.A.R.; CAVENAGHI, A.L.; VALINI, E.D.; CORRÊA, M.R.; NEGRISOLI, E.; BRAVIN, L.F.N., filtercatfish (*Ictalurus punctatus*) pond effluent. **Aquaculture Engineering**,

GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo/SP: Editora UNESP, 276 p., 2003.

GHATE, S.R.; BURTLE, G.; VELLIDIS, G. et al. Effectiveness of grass strips to filter catfish (*Ictalurus punctatus*) pond effluent. **Aquaculture Engineering**, v.16, p.149-159, 1997.

GOMES, J. P. O. **APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E GEOESTATÍSTICA NO ESTUDO HIDROGEOQUÍMICO DE ELEMENTOS-TRAÇO NOS SÓLIDOS EM SUSPENSÃO DO ALTO RIO MADEIRA**. Trabalho De Conclusão De Curso - Bacharel em Ciências Biológicas – Universidade federal de Rondônia, 2005.

HENKES, Silvana Lucia. **Gestão dos recursos hídricos: acertos e erros na bacia hidrográfica do rio Itajaí/SC-Brasil**. Florianópolis: UFSC, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

HENRY, R. A variabilidade de alguns fatores físicos e químicos da água e implicações para amostragem: estudos de caso em quatro represas do estado de São Paulo. In: BICUDO, C. M.; BICUDO, D.C. *Amostragem em limnologia*. São Carlos: RiMa. P.245-262, 2004.

HENRY-SILVA, G.G; CAMARGO, A. F. M. Eficiência de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de viveiro de tilápia do Nilo. **Revista Scientia Agricola Piracicaba**, v.63, n.5, p. 433-438, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades por Unidades Federativas. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 01 set. 2016.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - Parte II. **Revista panorama da aquicultura**, v. 8, n. 46, p 35-41, 1998.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. Ed. 3, Jundiaí: Degaspari. 97 p., 1999.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí. 285p. 2000.

KUBITZA, F. Os caminhos para uma piscicultura sustentável. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 20, n. 119, 2010.

KUBITZA, F.; ONO, E. A., CIOBA, J. Desempenho zootécnico com rações de origem vegetal. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 20, n. 117, 2010.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Criação da Garoupa: Um peixe indicado para a Região Nordeste. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 132, 2012.

LACHI, G. B. **Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação**. Jaboticabal: UNESP, 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Universidade Estadual Paulista, 2006.

LIMA, E. L. R. **Qualidade da água e dos efluentes em viveiros de reprodução de *Astyanax lacustris* (Reinhardt, 1874) na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso – BA**. Recife: UFRPE, 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

LIMA, E. L. R.; SEVERI, W.; LOPES, J. P. Qualidade da água e dos efluentes em viveiros de alevinagem de *Astyanax Lacustris*, Reinhardt, 1874. **Ciência Animal**, v. 21, n. 1, p. 7-16, 2011.

LIMA, F. L.; Metais Pesados no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, p. 199-205, 2011.

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

MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B. Qualidade da água para consumo humano em comunidades rurais do município de Congo, PB. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 02, p. 333-342, 2008.

MERCANTE, C. T.J., PEREIRA; J.S.; MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P. M. G de.; MENEZES, L.C.B de.; SENDACZ, S. GENARO, A.C.D. Qualidade da água de efluentes de pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, v. 25, n. 1, p 41-52, 2011.

MOISEENKO, T.I.; KUDRYAVTSEA, L.P. 2011. Trace metal accumulation and fish pathologies in areas affected by mining and metallurgical enterprises in the Kola region, Russia. *Environmental Pollution*, 114: 285-297.

OLIVEIRA, A. S. **Caracterização Socioambiental da Piscicultura em tanques-rede no município de Guapé, MG, BRASIL**. Alfenas: UNIFENAS, 2012. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal), Universidade José do Rosário Vellano, 2012.

OSTI, J. A. S. **Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*)**. São Paulo: APTA, 2009. Dissertação (mestrado em Aquicultura e Pesca), Instituto de Pesca, 2009.

PADILHA, J. B. D. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica de águas do alto trecho da bacia do rio Paranã, Goiás, em períodos de chuva e seca**. Brasília: UNB, 2005. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, 2005.

PAIVA, C. P. **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM SISTEMA DE PISCICULTURA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ / RO – BRASIL**. Trabalho De Conclusão De Curso – Bacharel Em Engenharia Ambiental – Universidade Federal De Rondônia, 2014.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. DE F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

R.C.R. 2006 **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência. 58p.

ROCHA, O. e GÜNTZEL, A. 2007 Crustáceos Branchiópodos. In: JOLY, C.A. e. BICUDO, C.E.M (orgs.). Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX, 4: Invertebrados de água doce. São Paulo.

ROCHA, A. F. “Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?”. Monografia – Curso de Ciência da Nutrição. Universidade do Porto, 2009.

RODRIGUES, J. R. D. D.; JORGE, A. O. C.; UENO, M. Avaliação da qualidade das águas de duas áreas utilizadas para recreação do Rio Piracuama- SP. **Revista Bociências**, UNITAU, Taubaté, v. 15, n.2, 2009.

RONDÔNIA. Lei nº 1861, de 10 de janeiro de 2008. Dispõe, define e disciplina a Piscicultura no Estado de Rondônia e dá outras providências.

ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 27p. 2003.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, SEDAM (Secretaria de Estado do desenvolvimento ambiental). **O peixe de Rondônia surge com a força de um novo agronegócio**. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/index.php>>. Acesso em: 01 de abril 2016.

SANTOS, P. S.; SOUZA, D. O.; MIRANDA, M. R.; BASTOS, W. R. Estudos de elementos-traço na cidade de Porto Velho/Rondônia, Amazônia Ocidental. **J. Braz. Sociedade Ecotoxicol.** v. 7, n. 2, p 1-9, 2012.

SILVA, N. A. **Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do rio Cuiabá/MT**. Cuiabá: UFMT, 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BARROS, A.F.de; BRAGA, F.M. de S. Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. **Acta Scien Anim**, v. 25, n.1, p. 101-106, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GUARIGLIA, C. S. T.; BRAGA, F. M. S. Effects of rainfall on water quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 4, p. 643-649, 2007.

SOARES, A.; MOZETO, A. A. Water Quality in the Tietê River Reservoirs (Billings, Barra Bonita, Bairiri and Promissão, SP-Brazil) and Nutrients fluxes Across the Sediment-Water Interface (Barra Bonita) *Acta Lominologica Brasiliensia*. V. 18, n.3, p. 247-266, 2006.

TAVARES, L. H. S. Qualidade da Água em Aquicultura. **Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola**, Pasto/Colômbia: Universidade de Nariño, Departamento de Recursos Hidrobiológicos, ano I, vol. 1, 2004.

TIAGO, G. G. **Construindo a Ciência Ambiental**. São Paulo: Fapesp, 438 p., 2002.

TOLEDO, J.J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K.F.; FARIAS, R.A.; HACON, S., SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

TRINDADE, M.L.B. ; PADILHA, F.S. 2005 Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. *Planta Daninha*, Viçosa, 23(2): 203-214.

TUNDISI, J. G. **A Crise da Água: Eutrofização e suas Consequências**. In. *Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez*. J. G. Tundisi (ed.) Rima, IIE, São Carlos. 247p. 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WAMBACH, X. F. **Manejo Prático Aplicado a Piscicultura de Água Doce**. Universidade Federal Rural de Pernambuco –Departamento de Zootecnia, 2012.

ZANIBONI-FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade da água. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1: p. 3-9, 1997.

ZANIBONI FILHO, E. Tratamento de efluentes da piscicultura. Anais do *ZOOTEC* 2005 – 24 à 27 de maio de 2005 – Campo Grande- MS.