

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

BRUNO MENDES VISONI

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DE PISCICULTURAS DA
REGIÃO DO VALE DO GUAPORÉ -MT.

PONTES E LACERDA -MT
AGOSTO 2016

BRUNO MENDES VISONI

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DE PISCICULTURAS DA
REGIÃO DO VALE DO GUAPORÉ -MT

“Trabalho de Conclusão de Curso, Apresentado
a Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.”

Orientador: Pro. Dr^a. Tatiani Botini Pires

PONTES E LACERDA-MT
AGOSTO/2016

BRUNO MENDES VISONI

**CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DE PISCICULTURAS
DA REGIÃO DO VALE DO GUAPORÉ-MT**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
à Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 30/08/2016



Prof. Dra. Tatiani Botini Pires
Orientadora/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Prof. M^c. Rafael Kill Silveira
Membro/UNEMAT – Pontes e Lacerda



Profa. Ana Carla Corvalho Silva
Membro

À minha família - como os galhos de uma árvore, todos crescemos em direções diferentes,
mas a nossa raiz continua sendo a mesma.

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores, que contribuíram de forma significativa para que eu aprendesse de forma construtiva o conteúdo ofertado. Destacando minha orientadora Dr^a. Tatiani Botini Pires, pelos ensinamentos pessoais e puxões de orelhas visando sempre o meu aprendizado não só acadêmico mais pessoal.

Aos professores Rafael Kill, Mauricio de Arandes, Adriana F. Barros pelo aprendizado pessoal e acadêmico.

Aos meus amigos e colegas da República Formigueiro (Bocão, Mingue, Melo, PC, Billy, Miltinho, Furão, Boroca, Gordo, Gil, Professor, Pedrinho e Cuiabano) e República Etanóis (Hellboy, Preto, Grampola, Japa e Grilo).

Aos meus colegas que ajudaram no projeto e no experimento para elaboração deste trabalho de conclusão de curso, Lilian Gabriela, Pamela Rebeca, Osmar Félix e Carolina Lima.

“Não há nada de nobre em sermos superiores ao próximo. A verdadeira nobreza consiste em sermos superiores ao que éramos antes.”

(Esopo 620-560 a.C)

RESUMO

Teve-se como objetivo identificar as características limnológicas em áreas de piscicultura da região do Vale do Guaporé, a fim de determinar um padrão de qualidade da água das pisciculturas da região. O estudo foi realizado em três pisciculturas com diferentes características de produção. As análises limnológicas ocorreram entre o período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015. As variáveis acompanhadas foram, temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), Pressão (mmHg), Oxigênio Saturado (%), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Condutividade específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Condutividade (C), Coeficiente de atenuação vertical da radiação (k) e potencial hidrogeniônico (pH). Estas variáveis foram mensuradas com um aparelho Multiparâmetro YSI Professional Plus de forma mensal durante um período de um ano. A três pisciculturas quanto as temperaturas médias ficaram muito próximas, sem uma variação expressiva. A diferença da pressão atmosférica entre as áreas foi um fator importante que influenciou nos melhores resultados dos níveis de oxigênio entre as diferentes pisciculturas acompanhadas. Foi encontrada a correlação de variáveis como os níveis de oxigênio e pressão com a temperatura ambiente tal como é previsto na revisão bibliográfica. A oxigenação saturada e oxigenação dissolvida também apresentaram seus resultados influenciados pelo período de chuva. A condutividade específica mostrou uma relação direta com os resultados do coeficiente de atenuação vertical da radiação, uma variável que representa a transparência da água que foi elevada principalmente nas pisciculturas com problemas de fertilização do viveiro. Através da caracterização das condições limnológicas das pisciculturas situadas na região do vale do Guaporé conclui-se que a região possui uma condição de recursos hídricos propício para o cultivo de peixes nativos, podendo se considerar principalmente a diferença de pressão atmosférica entre as áreas como um fator positivo conforme a área da região.

Palavra chave: Mato Grosso; Produção de peixe; Qualidade da água; Tanque escavado.

ABSTRACT

We had it aims to identify the limnological characteristics in fish farming areas of the Guaporé Valley region to characterize the pattern of water quality in the region. The study was conducted in three fish farms with different output characteristics. Limnological analysis occurred between the period December 2014 to December 2015, with monthly collection. The variables monitored were water temperature ($^{\circ}$ C) Pressure (mmHg) Oxygen Saturated (%) Dissolved Oxygen (mg / L), specific conductivity (S / cm) Conductivity (C), vertical attenuation coefficient of radiation (k) and hydrogenic potential (pH). These variables were measured with a multiparameter YSI Professional Plus unit on a monthly basis over a period of one year. Three fish farms as the average temperature were very close, without a significant change. The difference in atmospheric pressure between the areas was an important factor that influenced the best results in oxygen levels between the different accompanied by fish farms. correlation was found variables such as oxygen and pressure levels to the ambient temperature as is expected based on the literature review. The saturated oxygen and dissolved oxygen also presented their results influenced by the rainy season. The specific conductivity also showed a direct relationship with the results of the coefficient of vertical attenuation of radiation, a variable that represents the transparency of the water was raised mainly in fish farms with nursery fertilization problems. By characterizing limnológicas conditions located fish farms in Guaporé valley region shows that the region has a condition of water resources suitable for the cultivation of native fish and can be considered mainly the atmospheric pressure difference between the areas as a positive factor as the area of the region.

Keywords: Excavated tank; Fish Production; Mato Grosso; Water quality,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coeficiente de absorção em diferentes soluções em função do comprimento de onda. A. Água destilada. B. Substancias húmicas. C. Dendritos em suspensão e fitoplânctons.....	19
Figura 2. Área geral da piscicultura 1 localizada no município de Vila Bela da Santíssima Trindade -MT.	22
Figura 3. Área geral da piscicultura 2 localizada no município de Pontes e Lacerda- MT.....	23
Figura 4. Área geral da piscicultura 3 localizada no município de Pontes e Lacerda-MT.....	24
Figura 5. Relação entre a temperatura e pressão e os valores de oxigênio saturado (Sat/%) e dissolvido (mg/L) nas três pisciculturas acompanhadas na região de Vale do Guaporé-MT. .	28
Figura 6. Média mensal da pluviosidade encontrada nos municípios de Pontes e Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade.	30
Figura 7. Valores de condutividade específica (SPC), condutividade (C), coeficiente de atenuação da radiação (K) e potencial hidrogênionico (pH) nas pisciculturas avaliadas na região do Vale do Guaporé -MT.....	30

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Solubilidade de oxigênio (mg/l) em função da temperatura e da salinidade.	17
Tabela 2. Efeito da taxa de alimentação na concentração média de oxigênio dissolvido (OD) ao amanhecer, na sobrevivência e desempenho produtivo de catfish americano estocado em viveiros sob diferentes densidades.	17
Tabela 3. Valores médios seguidos do erro padrão e desvio padrão respectivamente e demais valores descritivos das variáveis limnológicas avaliadas na região do Vale do Guaporé-MT.	26
Tabela 4. Comparativo dos valores médios do período, seguidos dos valores mínimos e máximos, encontrados para as variáveis limnológicas nas pisciculturas da região do Vale do Guaporé-MT.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Qualidade da água na piscicultura	11
2.1.1 Pluviosidade	13
2.1.2 Temperatura	13
2.1.3 Pressão (mmHg).....	14
2.1.4 Oxigênio	15
2.1.5 K Coeficiente de atenuação vertical da radiação.....	18
2.1.6 Condutividade (C) e Condutividade específica (SPC)	19
2.1.7 Potencial Hidrogeniônico (pH)	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento indispensável para todo organismo vivo da Terra (SIQUEIRA; APRILE; MIGUÉIS, 2012). Os recursos hídricos são utilizados no mundo com distintas finalidades, tais como: abastecimento de residências e indústrias, geração de energia, irrigação de culturas agrícolas, navegação e a aquicultura (MORAES; JORDÃO, 2002).

Porém, devido à problemas relacionados com o uso indiscriminado da água é crescente a busca de métodos alternativos e sustentáveis para seu uso racional, principalmente para fins agropecuários (HUSSAR et al., 2005; GORLACH-LIRA et al., 2013). Inúmeras atividades antrópicas em corpos de água acabaram mudando suas características físicas e químicas, com um efeito negativo na qualidade da água (BARBOSA et al., 2006).

Através da análise da água, ou análise limnológica, pode-se avaliar e identificar diferentes formas de uso da água e em diferentes proporções, a análise limnológica pode ser realizada em diferentes escalas (tempo, área) e sob vários aspectos de ordem química, física e biológica (GIRÃO et al., 2007). Dentre estas ordens destacam as seguintes variáveis como as de maior utilização na avaliação da qualidade das águas: pH, oxigênio, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, fosfato, cloreto, amônia, nitrato, sulfato e relação de adsorção de sódio (KUBITZA, 2003; QUEVEDO, 2009; TUNDISI; TUNDISI, 2008; ESTEVES; PANOSSO, 2011; TAVARES, 2013).

Vale ressaltar que o Brasil enfrenta dificuldade quando se trata de pesquisas envolvendo análise limnológica, devido à elevada extensão de sua área geográfica, falta de mão de obra qualificada e financiamento aos projetos de pesquisa (MINUCCI; PINESE; ESPINDOLA, 2005). Quando se trata de pisciculturas continentais há poucos trabalhos sobre o mapeamento total da rede hidrográfica, diferentemente quando se compara com a caracterização do solo, onde já existe uma definição de suas características de acordo com as diversas regiões do Brasil (BRASIL, 2006; MERCANTE et al, 2007).

O Brasil possui vantagens perante a outros países no que se refere a abundância e disponibilidade de água doce, mas sofre com a má distribuição desta em sua área geográfica. (SIPAÚBA-TAVARES, 1996; FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005; KUBITZA, 2008; ESTEVES; MENEZES, 2011).

Os estudos sobre o uso da água em pisciculturas se propõem a buscar métodos alternativos e sustentáveis para diminuição do impacto ao meio ambiente. Alguns dos primeiros estudos

como o da Sipaúba-Tavares (1996) e Pádua, (2000) relataram a variação diurna dos parâmetros limnológicos de escala física e química em viveiros de pisciculturas.

Os estudos descritivos dos viveiros prosseguiram e passaram a incorporar outras variáveis do ambiente aquático como o sedimento (RIBEIRO et al, 2005), as variáveis físicas e químicas bem como variáveis biológicas, tais como, fitoplâncton (LACHI e SIPAÚBA-TAVARES, 2008), algas (MERCANTE et al, 2007) e macro invertebrados aquáticos (PIRES, 2014).

Lachi e Sipaúba-Tavares (2008), relaram que dependendo das condições de manejo limnológico este pode acarretar até a morte dos organismos aquáticos. O mesmo é confirmado por Osti (2009) e Costa et al. (2015) descreveram que os estudos limnológicos são de grande importância para as pisciculturas uma vez que a produção de peixe está diretamente correlacionada com a qualidade da água.

Fica claro que o manejo adequado da atividade de aquicultura faz com que a mesma se torne um ponto chave para o desenvolvimento da economia do país, por se tratar de uma produção sustentável e economicamente viável (BARROS, 2010). Existem critérios que classificam o sistema produtivo de acordo com a utilização da água na aquicultura conforme a sua disponibilidade. Kubitza, (1998), Lima (2011) e Rodrigues et al (2013) relaram que o uso de água na criação de peixes em sistema aquaculturais podem ser classificados como: sistema de água parada, sistema com renovação de água e sistema de recirculação.

O sistema de água parada foi o precursor para o desenvolvimento da aquicultura em regiões com pouca água e de acordo com Kubitza (1998) e Rodrigues et al (2013) funciona através de um abastecimento mínimo de água, em muitos casos advindo da chuva, afim de manter somente o nível da água dentro do viveiro, repondo apenas a água que é perdida por lixiviação e evaporação.

Com base nessas premissas tem-se como objetivo apresentar a caracterização limnológica de algumas áreas de piscicultura com sistema de água parada da região do Vale do Guaporé-MT.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As pisciculturas brasileiras vêm trabalhando e desenvolvendo tecnologias para espécies nativas dentro de um padrão de sustentabilidade desde a identificação do seu potencial produtivo, definição das técnicas de reprodução em cativeiro, das demandas nutricionais das espécies e os padrões alimentares (ZANIBONI FILHO; REYNALTE-TATAJE; WEINGARTNER, 2006; OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTO, 2007, KUBITZA; ONO; CAMPOS, 2007).

Dentre as espécies de peixes encontradas nas bacias hidrográficas brasileiras, 52 espécies nativas já estão sendo produzidas ou apresentam potencial produtivo, enquanto que 11 espécies exóticas estão com sistema de produção estabelecido no Brasil (MORO et al., 2013).

A piscicultura também se apresenta como uma atividade extremamente promissora para o desenvolvimento social e econômico (SATOLANI, CORRÊA; FAGUNDES, 2008). Existem parques aquícolas resultantes de políticas públicas no âmbito do Ministério da Pesca e Aquicultura, que visam coordenar e orientar os produtores, visando o desenvolvimento sustentável, aumento da produção brasileira de pescados e a inclusão social (BRASIL, 2015).

A grande oportunidade que se estabelece para o desenvolvimento da aquicultura continental no Brasil é em grande parte favorecida pela disponibilidade de suas várias bacias hidrográficas. Neste sentido merece destaque o estado de Mato Grosso que é banhado por três grandes bacias hidrográficas (Bacia Amazônica, Bacia do Tocantins e Bacia do Paraná) confirmando o seu potencial pela grande disponibilidade de água e de área territorial, sendo o 3º maior estado do Brasil (BRASIL, 2000).

2.1 Qualidade da água na piscicultura

Existem inúmeros fatores ambientais que podem agravar a qualidade da água, Estes podem ter origem alóctone, quando são de fora do ambiente como o caso de excesso de fornecimento de ração (PEREIRA; MERCANTE, 2005), ou autóctone, quando são originárias das características do próprio local como é o caso da influência do solo ou dos organismos aquáticos existentes no ambiente aquático (QUEIROZ; BOEIRA, 2006).

A eutrofização da água é um fenômeno com características predominantemente alóctone, que representa a transformação dos padrões naturais do ambiente resultante do incremento da produção biológica dos produtores primários decorrente da elevação na concentração de nutrientes (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Tanques de pisciculturas tem capacidade de produzir organismos aquáticos que atuam como produtores primários, consumidores e decompositores e são estes organismos que mantêm o equilíbrio do ambiente (TAVARES, 2013).

Uma piscicultura mal manejada eleva o aporte de nutrientes (origem alóctone) que favorecem o crescimento substancial da comunidade planctônica (produtores primários), fenômeno conhecido como "*bloom algal*", que gera um efeito em cascata cujo resultado final é a mortalidade dos demais organismos aquáticos (OLIVEIRA; SIBAUPA-TAVARE; DURIGAN, 1992; GORLACH-LIRA et al., 2013).

Osti (2009) relatou que nas pisciculturas os fatores alóctones importantes para desenvolvimento da microfauna dentro do viveiro são o fornecimento de ração e a utilização de fertilizantes, pelo fato destes fornecerem nutrientes necessários para o crescimento vegetal e animal.

Os casos de eutrofização de origem autóctone durante o processo de produção de peixe em um sistema bem manejado, são processos longos que decorrem do acúmulo inevitável de material orgânico no fundo do tanque, decorrente da excreção dos peixes, bem como do ciclo biológico natural de crescimento e renovação dos organismos planctônicos (HUSSAR, et al., 2005; MERCANTE et al., 2007).

Todo ciclo de vida dos organismos presentes na água é influenciado pelas propriedades físicas e químicas da água (TUNDISI; TUNDISI, 2008). A associação dos parâmetros de qualidade da água e os fatores ambientais são os responsáveis pelo estresse em peixes nativos (PEDRAZZANI et al., 2007).

Kubitza, (2008b) e Osti (2009) relataram que a água dentro dos padrões de qualidade exigidos oferece saúde e maior produção animal, ou seja, quanto mais deteriorada a água for maior é o número de incidência de organismos parasitários e outras doenças.

Os peixes fazem suas trocas gasosas através do ambiente aquático, sendo dependentes diretamente da qualidade deste ambiente para realizarem todas as suas atividades metabólicas (LIMA et al., 2011; KOMPIER, 2012).

2.1.1 Pluviosidade

A pluviosidade é um fator ambiental externo que afeta os parâmetros limnológicos dentro de um viveiro de produção de peixes, ela pode causar um incremento de matéria orgânica dentro do viveiro através do escoamento superficial da camada de matéria orgânica do solo, ou atuar como um solvente em viveiros eutrofizados por elevar a renovação da água, e neste processo pode também retirar o fitoplâncton causando a diminuição dos teores de oxigênio dissolvido. Deste modo observa-se que a alta pluviosidade pode melhorar ou prejudicar a qualidade da água (ZERLIN, 2011; OLIVER; RIBEIRO, 2014).

Para métodos de minimização de impacto ocasionado pela pluviosidade, decorrente do incremento de material orgânico dentro dos viveiros de produção, deve-se adotar no manejo a plantação de gramas e sua periódica manutenção em volta do viveiro, as forrageiras diminuem a força da enxurrada e retêm o material suspenso evitando sua entrada nos viveiros (QUEIROZ, 2002; ONO, CAMPOS, KUBITZA, 2002).

Como foi relatado anteriormente a pluviosidade pode atuar como um solvente dentro dos viveiros de produção. Contudo, é indesejado uma queda brusca na população de fitoplâncton, pois eles são os maiores responsáveis pela oxigenação em sistema de água parada. Deste modo uma prática que pode ser utilizada é a fertilização do viveiro para promover um aumento na produção de fitoplâncton (QUEIROZ, 2002).

2.1.2 Temperatura

A luz solar promove o aumento da temperatura da água e conseqüentemente no metabolismo dos peixes que são organismos ectodérmicos (sua temperatura corpórea oscila com a temperatura ambiente), como também atua diretamente no aumento da taxa fotossintética, que é responsável pela maior parte de geração de oxigênio dissolvido dentro do viveiro (TUNDISI; TUNDISI, 2008; FERREIRA et al., 2009; REBOUÇAS et al, 2014).

Deste modo, a temperatura se apresenta como o principal fator controlador da taxa de metabolismo da grande maioria dos organismos aquáticos, pois influencia ativação molecular dos componentes da cadeia metabólica, por isso que na alimentação de diferentes espécies de

peixes apresentam índices de alimentação distintos conforme a temperatura (DOURADO; BENEDITO-CECÍLIO, 2005; SANTOS, 2007).

Considerando que a taxa de arraçoamento é influenciada pela temperatura da água, Furuya et al. (2001) relatam que a frequência de arraçoamento para tilápias do Nilo, em função da temperatura da água, é de 100% para temperaturas acima de 24°C e decresce com o declínio da temperatura, abaixo de 16°C a taxa de arraçoamento é nula.

Espécies nativas de clima tropical encontradas na região Centro Oeste, onde tem predominância dos peixes redondos, surubins e a Matrinchã (MATO GROSSO, 2014), apresentam um desenvolvimento melhor entre temperaturas de 28 a 32°C (KUBITZA, 2008). O tambaqui apresenta restrições quando se trata de temperatura, pois em temperaturas inferiores a 22°C, diminui o consumo de alimentos podendo até morrer por conta das baixas temperaturas (RANZANI-PAIVA et al., 1999).

A temperatura superficial da coluna d'água sofre influência de fatores tais como, estação do ano, latitude, altitude, período do dia, taxa de fluxo e profundidade e os processos fisiológicos e comportamentais dos peixes são totalmente influenciados pela estratificação térmica (REBOUÇAS et al, 2014). Figueredo, (2007); Santos (2007) e Kubitza (2008) relataram que a temperatura da água também pode influenciar a reprodução e o sistema imunológico dos peixes tropicais de pisciculturas continentais.

A estratificação térmica tem maior ocorrência na superfície da água, em ambientes com climas tropicais, onde se têm temperatura mais elevada na camada superficial da água formando barreiras físicas, que dificulta a troca de calor entre elas. No inverno quando a temperatura do ambiente aquáticos são mais baixas há melhor uniformidade térmica (ESTEVES; BARBIERI, 2011; AYROZA et al. 2009).

2.1.3 Pressão (mmHg)

A pressão atmosférica é o peso que o ar exerce sobre a superfície terrestre e sua manifestação está diretamente relacionada com a altitude (gravidade) e às condições de temperatura do ar, pois estes influenciam o comportamento das moléculas gasosas. Deste modo quanto maior a altitude de um dado relevo em relação ao nível do mar, menor será a pressão atmosférica, isto porque a força da gravidade mantém a maior parte do ar próxima à superfície. A temperatura também é um fator decisivo sobre os níveis de intensidade da pressão

atmosférica, pois quando as substâncias químicas estão mais frias, as moléculas agrupam-se, e quando as substâncias estão mais quentes, as moléculas afastam-se (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A pressão influencia diretamente na concentração de oxigênio dissolvido da água, pois a solubilidade dos gases é diretamente proporcional à pressão barométrica, quanto maior a pressão exercida, maior será a solubilidade de gases em um líquido (FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005; ESTEVES, FURTADO, 2011). Kubitz (1998c) relata sobre os fatores que diminuem a solubilidade de oxigênio na água destacando o aumento da temperatura, aumento da salinidade e redução na pressão barométrica do local.

A solubilidade de oxigênio na água diminui com o aumento da altitude, pois a difusão de oxigênio da atmosfera para a água, ou vice-versa, ocorre quando houver um diferencial de pressão de O₂ entre ar e a água. A água é dita saturada em O₂ quando a concentração de oxigênio dissolvido é aquela teoricamente possível sob as condições de temperatura, salinidade e pressão barométrica existentes (KUBITZA, 1998c; FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005).

2.1.4 Oxigênio

A respiração dos organismos aquáticos e outros processos oxidativos (como a decomposição) são totalmente dependentes da temperatura e da concentração de oxigênio dissolvido. Os níveis de oxigênio na limnologia são extremamente importantes, principalmente para manutenção dos organismos do ecossistema aquático (KUBITZA, 2007; KUBTIZA, 2008; TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Na limnologia o oxigênio é dividido em dois princípios básicos para explicar a quantidade de oxigênio dissolvido na água: Oxigênio Dissolvido (OD) medido em mg/L e Oxigênio Saturado (O.Sat) medido em % (ESTEVES; FURTADO, 2011).

Na atmosfera a concentração de oxigênio, na forma de pressão, é calculada multiplicando-se a pressão atmosférica pela percentagem de O₂ na atmosfera a uma dada temperatura do ar, por exemplo, a uma temperatura atmosférica de 0°C encontra-se 21% de oxigênio, considerando a pressão atmosférica de 760mmHg tem-se: $760 \times 0.21 = 159.6$ mmHg de O₂ na atmosfera (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Considerando o ambiente aquático, a água é dita saturada em O₂ quando a concentração de oxigênio dissolvido é aquela teoricamente possível sob as condições de temperatura,

salinidade e pressão atmosférica. Esta concentração é denominada de **Concentração de Saturação (CS)**, por exemplo, a uma temperatura de 26°C e salinidade igual a zero a CS é de 8,09 mg/L. Contudo, esta CS nem sempre é encontrada a campo em decorrência de outros fatores ambientais tais como densidade de organismos aquáticos e quantidade de matéria orgânica. Assim a **Concentração Amostrada (CA)** de oxigênio dissolvido (mg/L), ou como apresentada nos trabalhos como nível de Oxigênio Dissolvido (OD), pode ser maior (supersaturação) ou menor que a CS esperada. Deste modo quando a CA no ambiente aquático for menor que a CS, ocorre difusão do O₂ do ar para a água (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ESTEVES, FURTADO, 2011).

Estes dois conceitos, concentração de saturação (CS) e concentração amostrada (CA) permitem calcular a **Porcentagem de Saturação** de O₂, ou Saturação por Oxigênio (OSat), onde: $\%O.Sat. = (CA/CS) \times 100$ (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ESTEVES; FURTADO, 2011).

Os peixes tropicais, de modo geral são produzidos em CA de O₂ de 5 mg/L, no entanto, eles se alimentam melhor e apresentam melhores condições de saúde e desenvolvimento quando os níveis de O₂ estão próximos dos níveis de CS (ESTEVES; SUZUKI, 2011).

A temperatura é o fator que mais agrava a solubilidade de oxigênio na água, Esteves (1998), apresenta o seguinte exemplo com a influência da temperatura a uma pressão de 760 mmHg, 100 % de umidade relativa e temperatura de 0 °C solubilizam 14,6 mg de oxigênio por litro, porém se mudasse a temperatura para 30 °C e se mantivesse os mesmos dados de pressão e umidade, solubilizaria apenas 7,6 mg/L. Ou seja com aumento da temperatura diminui a solubilidade de oxigênio na água (Tabela 1).

Para compreender melhor sobre a importância do O.D. para a produção de peixes de águas continentais, destaca-se o trabalho de Tucker et al. (1979) *apud*. Kubitza (2008b) estudo utilizando o Catfish americano, foi observado que com o aumento da densidade de estocagem houve diminuição do nível de oxigenação dissolvido e consequentemente piora nas condições de produção, conversão alimentar e sobrevivência (Tabela 2).

O fitoplâncton é responsável pela produção da maior parte do oxigênio dissolvido encontrado dentro dos viveiros de piscicultura. Outras formas de entrada de oxigênio na água são através da diferença da pressão de oxigênio da atmosfera com a pressão de oxigênio na água, relatada anteriormente e a entrada de oxigênio intensificada em áreas de piscicultura através de aeradores mecânicos que causam turbulência na água favorecendo a difusão do oxigênio atmosférico para a água (ESTEVES; SUZUKI, 2011; FERNANDES et al. 2005; KUBITZA, 2008b).

Tabela 1. Solubilidade de oxigênio (mg/l) em função da temperatura e da salinidade.

Temperatura °C	Salinidade da água (g/l)				
	0	10	20	30	40
0	14.6	13.64	12.74	11.58	11.11
2	13.81	12.91	12.07	11.19	10.33
4	13.09	12.25	11.47	10.73	1.04
6	12.44	11.05	10.91	10.11	9.57
8	11.83	11.09	10.4	9.73	9.14
10	11.18	10.58	9.93	9.31	8.73
12	10.77	10.11	9.1	8.91	8.38
14	1.19	9.68	9.1	8.55	8.04
16	9.86	9.18	8.71	8.11	7.73
18	9.45	8.9	8.38	7.9	7.44
20	9.08	8.16	8.06	7.6	7.17
22	8.73	9.13	7.77	7.33	6.91
24	8.4	7.93	7.49	7.07	6.68
26	8.09	7.65	7.13	6.83	6.46
28	7.81	7.38	6.98	6.61	6.25
30	7.14	7.14	7.73	6.39	6.05
32	7.19	6.9	6.14	6.19	5.87
34	7.03	6.68	6.33	6.01	5.69
36	6.82	6.47	6.14	5.83	5.53
38	6.61	6.18	5.94	5.66	5.37
40	6.41	6.09	5.76	5.5	5.22

Fonte: Kubitz, (1998c)

Tabela 2. Efeito da taxa de alimentação na concentração média de oxigênio dissolvido (OD) ao amanhecer, na sobrevivência e desempenho produtivo de catfish americano estocado em viveiros sob diferentes densidades.

Estocagem (Peixes/ha)	TA (kg/ha/dia)	O ₂ (mg/l)	Sob. (%)	PMF (g)	Produção (kg/ha)	CA
5.000	34	4,5	99	604	2.990	1,3
10.000	56	3,1	93	440	4.100	1,7
15.000	76	2,1	83	390	4.860	2,5

TA: taxa de alimentação; O₂: média obtida pela manhã; Sob: Sobrevivência; PMF: peso médio final; CA: conversão alimentar.

Fonte: (Tucker et al. 1979 apud. Kubitz, 2008b)

Aeradores tipo pá, são extremamente utilizados para melhor homogeneidade entre oxigênio e temperatura, pois ajudam na condução do oxigênio e na temperatura da água nos pontos mais profundos dos viveiros decorrentes da estratificação térmica (KUBITZA, 2007b).

2.1.5 K Coeficiente de atenuação vertical da radiação

A radiação solar é a principal fonte de energia para vida na terra. Ela é constituída de ondas eletromagnéticas, que se diferenciam pelos diferentes comprimentos de onda e cada uma destas tem influência específica no ambiente (TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2007; ESTEVES; BARBIERI, 2011).

Destaca-se que nem toda faixa de radiação é absorvida pela coluna de água estas são então refletidas novamente em direção à atmosfera, a porção que é absorvida é transformada em energia química (derivada da fotossíntese) ou energia calórica que promove o aquecimento do ambiente aquático (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Esteves e Barbieri (2011) relataram que a taxa fotossintética depende da radiação solar que entra no viveiro, a luz solar é a matéria prima utilizada no processo de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. A radiação solar pode ser avaliada pelo coeficiente de atenuação vertical da radiação (k) que indica a quantidade de radiação solar que está entrando na água, por isso há uma variação da concentração de O_2 de acordo com a profundidades na água, pois a luz solar também sofre interferência do número de partículas em suspensão na coluna de água (FIGUEROA; PALAFOX, 1998; SANTEIRO; PINTO-COELHO, 2000; TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Assim, a capacidade de absorção da radiação pela água é caracterizada pela variação do coeficiente de absorção e pela sua dispersão na coluna d'água, sendo o somatório destes dois denominado de coeficiente de atenuação da radiação (ESTEVES, BARBIERI, 2011). A luz solar se concentra na camada superficial da coluna de água e isso promove o maior desenvolvimento de fitoplâncton nesta região da coluna que acaba por apresentar também a maior concentração de oxigênio dissolvido (KUBITZA, 2007b; OSTI, 2009). Além disso, a maior concentração da radiação solar nas camadas superiores também é responsável pelo fenômeno conhecido como estratificação térmica da coluna d'água (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os componentes químicos (substâncias húmicas) e biológicos (fitoplâncton) de uma solução aquosa interagem com a absorção dos diferentes comprimentos de onda da radiação (Figura 1). Essa interação pode ocorrer em função da sua concentração, tamanho, forma e estágio das células ou colônias e composição química de seus constituintes, principalmente as formas químicas da clorofila. Quando maior for a transparência de uma solução maior é seu grau de coeficiente de absorção vertical da radiação (k).

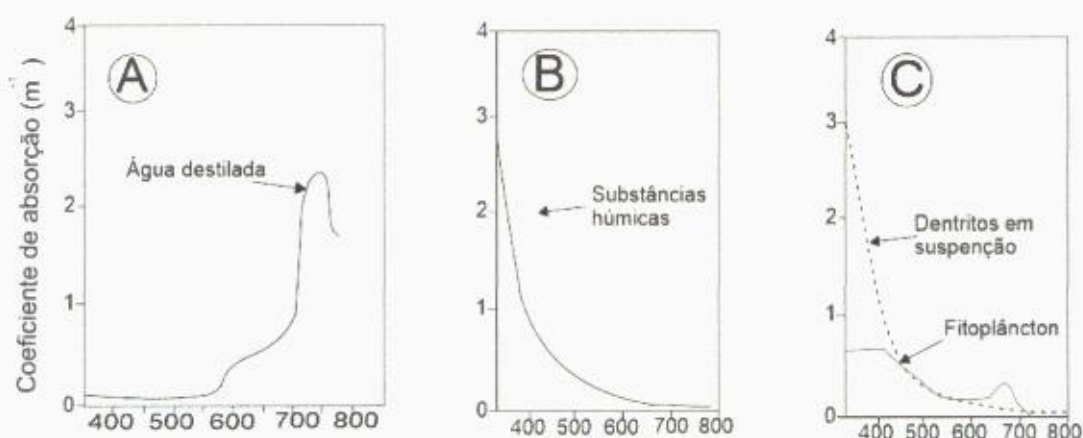


Figura 1. Coeficiente de absorção em diferentes soluções em função do comprimento de onda. A. Água destilada. B. Substâncias húmicas. C. Dentritos em suspensão e fitoplânctons. Fonte: Adaptado de Esteves; Barbieri, (2011).

2.1.6 Condutividade (C) e Condutividade específica (SPC)

A condutividade é usada para especificar o caráter elétrico de um material, ou seja, indica a facilidade com a qual o material é capaz de conduzir uma corrente elétrica (MACHADO, 2006; LIMA et al., 2011; ESTEVES; FIGUEIREDO-BARROS; PETRUCIO, 2011). Tundisi; Tundisi, (2008) definem que a condutividade específica ou condutividade elétrica, é um indicador da concentração de sais, ácidos e bases nas águas naturais. Ferreira, (2003) e Esteves; Figueiredo-Barros; Petrucio, (2011) observaram que a condutividade elétrica se baseia na quantidade de íons presente na água. Logo quanto maior a quantidade de íons presente no meio aquoso maior será a condutividade elétrica.

Os íons também são influenciados pela temperatura, quanto maior a temperatura maior é a atividade iônica de uma solução. A condutividade (C) se baseia em um valor corrigido pela temperatura fixa em 25 °C, diferentemente da condutividade específica (Cesp) que reflete a condutividade de acordo com a temperatura do meio em que se encontra (ESTEVES; FIGUEIREDO-BARROS; PETRUCIO, 2011).

A condutividade elétrica pode apresentar variações entre as estações ao ano, ocasionada pela diferença de temperatura e clima (LACHI, SIPAÚBA-TAVARES, 2008). O pH também influencia diretamente nos valores da condutividade elétrica da água, pois na água ácida, rica

em material húmico, a condutividade passa a ser maior (ESTEVES; FIGUEIREDO-BARROS; PETRUCIO, 2011). Em águas continentais a condutividade pode variar entre 20 a 1500 $\mu\text{S}.\text{mm}^{-1}$. Para criação de peixes de produção recomenda-se que a condutividade atinja um máximo de 100 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ podendo ocasionar em níveis elevados eutrofização da água (DAVID et al. 2006).

2.1.7 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro limnológico que indica a acidez, alcalinidade ou neutralidade do um meio aquoso. A escala do pH varia de 1 a 14, sendo a alcalinidade expressada por valores acima de 7 e a acidez abaixo de 7. O pH é um indicador da concentração de íons de hidrogênio presente na água (MARTÍNEZ et al., 2007; KUBITZA, 2008; ESTEVES; MARINHO 2011).

O controle do pH é de vital importância quando se trata de produção de peixes, pois o pH está correlacionado com fenômenos químicos e biológicos além de estar correlacionado a processos fisiológicos dos peixes (ARANA 1996 apud. LIMA, et al., 2011). Valores extremos de pH podem afetar a qualidade da produção bem como ocasionar a mortalidade dos animais em decorrência da sua ação conjunta com outras variáveis limnológicas, tais como a amônia (KUBITZA, 2008).

Reservatórios de água eutróficos podem apresentar valores de pH acima de 10. Durante o processo fotossintético, o dióxido de carbono (CO_2) e o bicarbonato (HCO_3^-) são removidos pelo fitoplâncton, produzindo aumento do pH (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A maior parte das águas continentais no Brasil apresentam valores de pH variando de 6 a 9 (KUBITZA 2008; ESTEVES; MARINHO, 2011; TUNDISI; TUNDISI, 2008). Kubitza (1998) relata que na faixa ideal do pH para produção de peixes deve variar de 6,5 à 8,5.

O pH é influenciado por vários fatores dentre os mais importantes a temperatura (por elevar a taxa de decomposição da matéria orgânica), ácidos orgânicos (oriundos da decomposição da matéria orgânica bem como das excretas eliminadas pelos organismos aquáticos) e outras substâncias húmicas (ESTEVES; MARINHO, 2011).

Algumas condições climáticas também podem influenciar no nível de pH dos viveiros. A chuva, por exemplo, pode ocasionar o escoamento de mais matéria orgânica para dentro do viveiro, ocasionando turbulência na água revolvendo a matéria orgânica do fundo dos viveiros para coluna d'água bem como remover a biomassa fitoplanctônica diminuindo assim a taxa

fotossintética. A chuva também pode interferir nos valores de pH por ela ser naturalmente mais ácida (MERCANTE, 2007; KUBITZA, 2008; ESTEVES; MARINHO, 2011).

Como o pH é influenciado pelo nível de matéria orgânica e material húmico dentro do viveiro ele é uma variável que contribui para a identificação da quantidade de material suspenso (ESTEVES; MARINHO 2011). Mas, o fator mais atuante na variação do pH em viveiros de piscicultura é a taxa fotossintética e a taxa respiratória fitoplâncton presente na água. (SIPAÚBA TAVARES 1996; MERCANTE et al., 2007; KUBITZA, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três pisciculturas da região do Vale do Guaporé, nos municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade (Figura 2: Piscicultura 1) e Pontes e Lacerda (Pisciculturas 2 e 3 figuras 3 e 4 respectivamente), ambos os municípios pertencentes ao Estado de Mato Grosso.

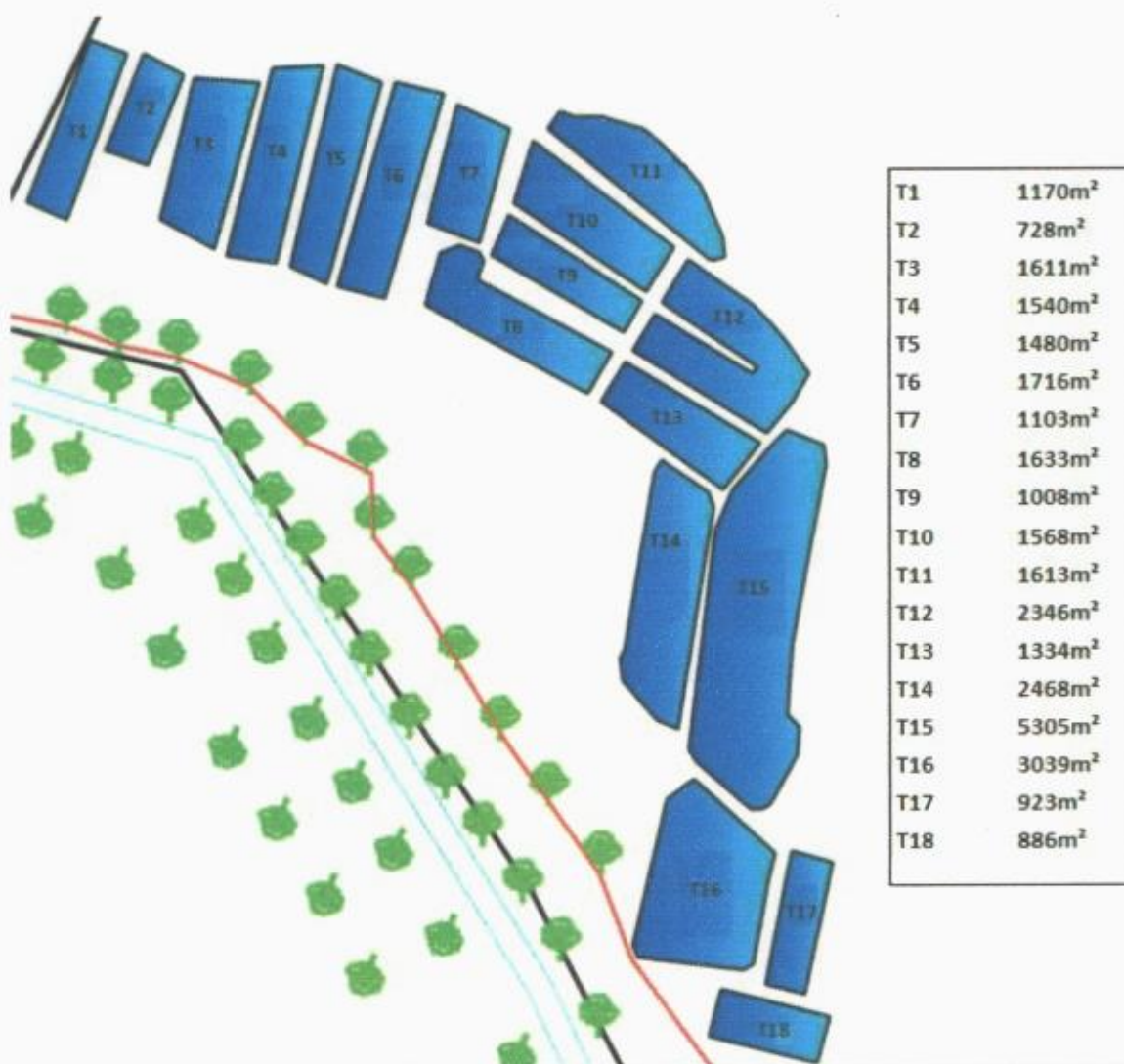


Figura 2. Área geral da piscicultura 1 localizada no município de Vila Bela da Santíssima Trindade -MT.

Fonte: Arquivo Pessoal

Os dados climáticos do município de Vila Bela da Santíssima Trindade apresentam uma temperatura máxima de 31,7°C e mínima 30,8°C; com pressão 742,19 mmHg; a altitude é de

213 metros do nível do mar, com as seguintes coordenadas geográficas; Latitude -15.062696° e Longitude -59.062696° . O município Pontes e Lacerda apresenta uma temperatura máxima de 33°C e mínima de $31,3^{\circ}\text{C}$, com pressão de 737,16 mmHg, a altitude é de 273 metros do nível do mar, com coordenada geográficas de Latitude -15.234582° e Longitude $-59,346215^{\circ}$ (BRASIL, 2016).



Figura 3. Área geral da piscicultura 2 localizada no município de Pontes e Lacerda- MT.
Fonte: Arquivo pessoal

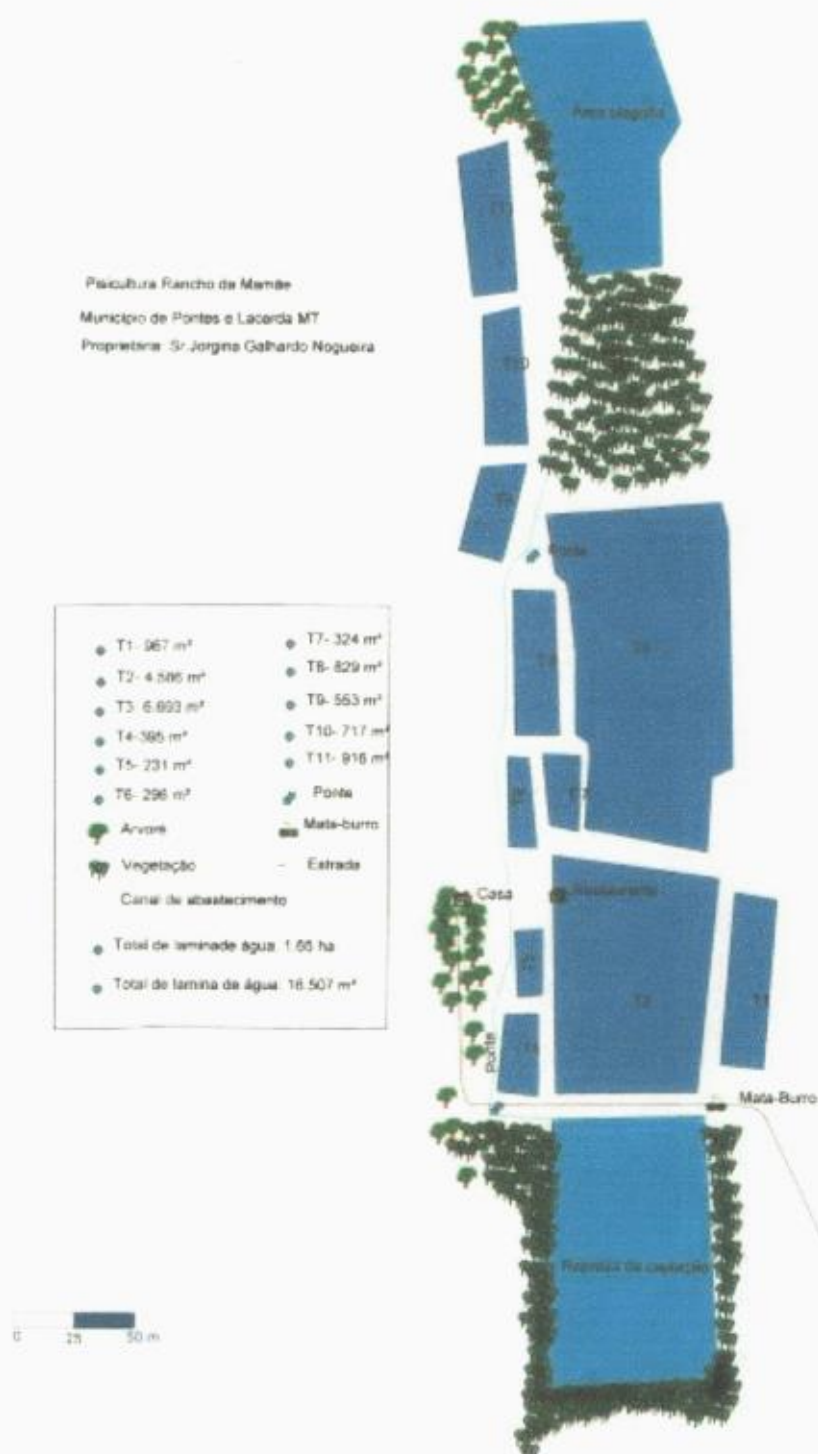


Figura 4. Área geral da piscicultura 3 localizada no município de Pontes e Lacerda-MT.
Fonte: Arquivo pessoal

O sistema de abastecimento de água dos viveiros é caracterizado como sistema cascata com baixa renovação, ou seja, um tanque repõe a quantidade de água do tanque adjacente somente para manter o nível de água adequado para a produção. Pelo fato das pisciculturas

trabalharem com baixa renovação de água, o sistema é caracterizado como um sistema de ambiente lântico (KUBITZA, 2008).

Dados de pluviosidade da região do vale do guaporé foram obtidos pelo site da ANA. Todas as pisciculturas são abastecidas primeiramente por nascente de água ou por condução de água de córregos localizados próximo a elas e o transporte desta água para os viveiros ocorre através da gravidade. As análises limnológicas ocorreram mensalmente entre o período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015.

As variáveis limnológica avaliadas foram temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pressão (mmHg), percentagem de oxigênio saturado (O.Sat %), oxigênio dissolvido (O.D. mg/L), condutividade específica (SPC $\mu\text{S}/\text{cm}$), condutividade (C $\mu\text{S}/\text{cm}$), coeficiente de atenuação vertical da radiação (K) e potencial hidrogeniônico (pH).

Para a coleta das variáveis limnológicas foi utilizado o aparelho Multiparâmetro YSI Professional Plus. O posicionamento da sonda ocorreu segundo os seguintes critérios: distante 30 cm das margens dos viveiros e 20 cm abaixo da linha superficial da água. As amostras foram coletadas logo pela manhã no período final tarde em três pontos de cada viveiro conforme a localização dos pontos de entrada e saída de água e um ponto médio entre estes, visando obter repetição para alcançar uma média representativa.

Visando a homogeneização dos dados foram pré-estabelecidos alguns parâmetros para ser possível comparar as variáveis limnológica de cada piscicultura. Neste caso foram retirados os viveiros que durante a avaliação foram desativados ou que foram construídos durante o período de acompanhamento e assim não possuem a amostragem de 12 meses, sendo para tanto selecionados 9 viveiros de cada piscicultura, totalizando 27 viveiros escavados avaliados no presente trabalho.

Os dados coletados foram tabulados em planilha do Excel e submetidos a análise estatística descritiva obtida através do programa estatístico R pelo pacote ExpDes.pt (FERREIRA, 2013). As médias foram avaliadas somente através da estatística descritiva visto que os dados não apresentaram distribuição normal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral das variáveis limnológicas amostradas nas três pisciculturas são apresentadas na Tabela 3. Segundo especificações impostas pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) as águas destinadas à aquicultura devem apresentar em qualquer amostra 5mg/L de oxigênio dissolvido, e ficar entre a escala de 6 a 9 de pH. Para as outras variáveis limnológicas a referida resolução não estipula nenhum valor específico.

Tabela 3. Valores médios seguidos do erro padrão e desvio padrão respectivamente e demais valores descritivos das variáveis limnológicas avaliadas na região do Vale do Guaporé-MT.

	Pressão (mmHg)	Temp. (°C)	O.Sat. (%)	O.D. (mg/L)	C.Esp.	Cond.	k	pH
Média	737.69	28.92	53.34	3.94	75.96	81.69	23.77	6.70
Erro Padrão	±0.95	±0.17	±1.58	±0.12	±29,35	±31.65	±13.84	±0.42
Desvio Padrão	±1.64	±0.30	±2.37	± 0.21	±50.84	±54.83	±23.97	±0.73
Mínimo	733.95	24.66	12.22	0,95	14,45	15.94	6.46	5.54
Máximo	741.37	31.92	87.63	6,17	141.92	155.54	68.77	8.35

Temp.: Temperatura; O.Sat.: Oxigênio Saturado; O.D.: Oxigênio Dissolvido; C. Esp.: Condutividade Específica; Cond.: Condutividade; k: Coeficiente de atenuação vertical da radiação; pH: Potencial Hidrogeniônico.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dentre os resultados encontrados (tabela 3) o pH está dentro do intervalo imposto pela resolução do CONAMA nº357/2005. Os parâmetros temperatura e pressão também estão dentro do indicado para criação de peixes nativos (RANZANI-PAIVA et al., 1999; SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2003; KUBITZA, 2008). Contudo O.D., O.Sat. e coeficiente de atenuação (k) estão fora do indicado para produção. Estes últimos são totalmente influenciados pelo manejo adotado pela propriedade e expressam este efeito mais rapidamente do que o pH.

Dados semelhantes foram encontrados por Pires, (2014) em um experimento com tilápia cultivada no reservatório Rio Corvo entre os municípios Diamante do Norte (PR) e Terra Rica (PR). Isso indica que tanto a produção de peixe em viveiros escavados e reservatórios continentais apresentam as mesmas condições propícias para produção. Contudo, Lachi e Sipaúba-Tavares (2008), obtiveram médias diferentes das que foram apresentadas neste trabalho, principalmente de temperatura, uma vez que seu experimento foi realizado em Jaboticabal - SP, onde mostra menores condições climáticas para produção de peixes nativos quando comparado a Mato Grosso.

Considerando uma análise comparativa das três pisciculturas (Tabela 4) a piscicultura localizada no município de Vila Bela da Santíssima Trindade possui melhores condições de parâmetros limnológicos do que as pisciculturas localizadas no município de Pontes e Lacerda. A temperatura e pressão mais elevadas em Vila Bela da Santíssima Trindade são fatores importantes que contribuíram diretamente para os melhores níveis de oxigênio dissolvido além de atender melhor as demandas específicas das espécies tropicais nativas quanto à temperatura (ESTEVES; SUZUKI, 2011; FERNANDES et al. 2005).

A pressão atmosférica é inversamente proporcional à temperatura e à altitude, deste modo quando se compara os valores de temperatura e pressão com os valores de oxigênio (OD e O.Sat) (figura 5), verifica uma relação inversamente proporcional, onde os níveis de oxigênio caem com a elevação da temperatura e da pressão (TUNDISI; TUNDISI, 2008; KUBITZA, 2008).

Tabela 4. Comparativo dos valores médios do período, seguidos dos valores mínimos e máximos, encontrados para as variáveis limnológicas nas pisciculturas da região do Vale do Guaporé-MT.

Variáveis Limnológicas	Piscicultura 1	Piscicultura 2	Piscicultura 3
	Média mínimo-máximo	Média mínimo-máximo	Média mínimo-máximo
Pressão Atmosférica (mmHg)	739.5	736.3	737.27
	737.86-741.37	733.95-738.92	735.2-741.07
Temperatura (°C)	29.2	28.61	28.95
	26.57-31.79	24.66-31.92	26.33 - 31.16
Oxigênio Saturado (%)	56.49	51.85	51.68
	34.15-87.63	18.66-68.23	12.22-64.20
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4.18	3.81	3.83
	2.84-6.17	1.56-5.00	0.95-5.01
Condutividade específica	120.11	87.39	20.37
	88.29-141.92	75.71-114.98	14.45-28.41
Condutividade	129.61	93.56	21.9
	93.34-155.54	78.17-124.66	15.94-30.45
Coeficiente de Radiação	8.04	11.91	51.36
	6.46-10.48	8.21-14.18	35.39-68.77
pH	7.38	6.79	5.92
	6.82-8.35	6.18-7.37	5.54-6.36

Fonte: Elaborado pelo Autor

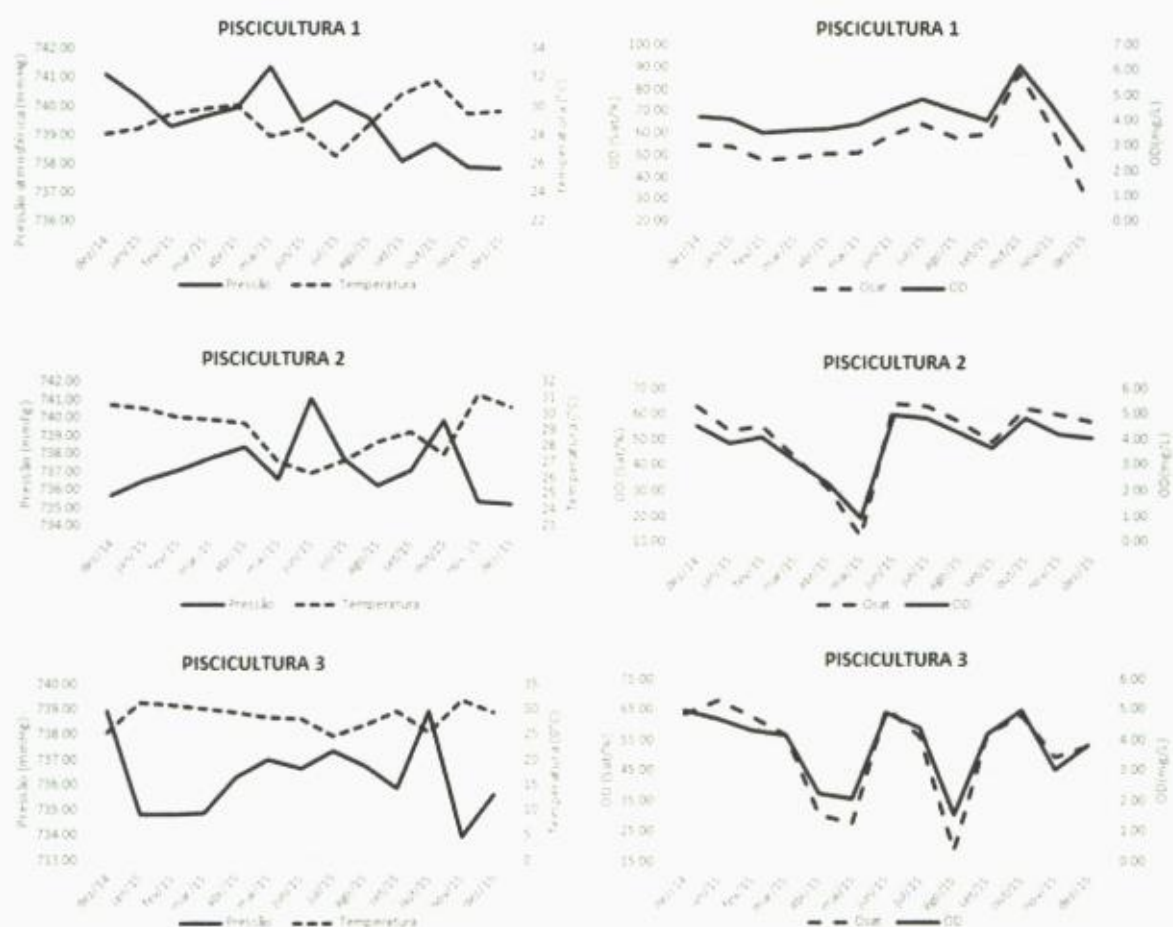


Figura 5. Relação entre a temperatura e pressão e os valores de oxigênio saturado (Sat/%) e dissolvido (mg/L) nas três pisciculturas acompanhadas na região de Vale do Guaporé-MT.
Fonte: Arquivo Pessoal

Com base nos resultados apresentados a piscicultura 1 é a que apresentou maior estabilidade nos valores de oxigênio ao longo do período avaliado e a piscicultura 3 foi a mais instável, neste caso um reflexo de possíveis falhas no manejo condições que não foram avaliadas no presente trabalho.

De acordo com Esteves (1998) com a elevação da temperatura ocorre diminuição da pressão condição que pode reduzir da solubilidade do oxigênio, porem na piscicultura 1 mesmo com a redução da pressão houve o aumento na solubilidade de oxigênio, isso é explicado por Esteves e Suzuki, (2011) que descrevem o aumento da temperatura como uma condição favorável para propiciar aumento na produção de fitoplâncton por sua vez eleva a taxa fotossintética. Fiorucci e Benedetti Filho, (2005) relatam que em áreas de piscicultura o manejo também está correlacionado com a elevação dos níveis de oxigênio dissolvido, pois a despesca

diminui a densidade de organismos permitindo a manutenção de níveis mais elevados de oxigênio.

A piscicultura 3 teve dois pontos de queda brusca nos níveis de oxigênio, um entre março e maio e o outro em agosto, mesmo possuindo uma estabilidade nos valores de temperatura média. A realização de despescas perto das semanas da quaresma que ocorre no mês de abril (ALMEIDA, et al. 2014). E em agosto na piscicultura 3 deve ter ocorrido um aumento de lotação animal, pois na análise de água realizada no mesmo período mostra uma queda brusca de oxigenação, porém quando se analisa os outros parâmetros limnológicos não mostra respostas significativas de influências químicas e biológicas.

A piscicultura 2 apresentou queda brusca nos valores de oxigênio no período entre maio e junho, nesta área foi verificado maior coeficiente de atenuação vertical da radiação (k) (figura 7) o que pode representar a falta de organismos fitoplanctônicos que são os principais contribuintes para a produção de oxigênio dissolvido na água.

O começo das chuvas é um período em que ocorre aumento da temperatura e queda na pressão assim nota-se neste período das águas a diminuição nos níveis de oxigênio. O período de chuvas pode diminuir também a densidade de fitoplâncton nos viveiros em decorrência do aumento da entrada de água que por sua vez eleva a sua taxa de renovação diluindo e até removendo parte da população fitoplanctônica (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A pluviosidade média no município de Pontes e Lacerda (Figura 6) foi ligeiramente maior que a de Vila Bela Santíssima Trindade, e influencia diretamente nas variáveis limnológicas, podendo exigir dos produtores maior acompanhamento da densidade de fitoplânctons e a aplicação de técnicas de fertilização (ESTEVES; SUSUKI, 2011; BRASIL, 2016).

O período de início da seca que se concretiza a partir de março é um fator que também pode ter contribuído diretamente para a queda dos níveis de oxigênio, pois com o aumento da temperatura ocorre um aumento na decomposição de material orgânico, um aumento concentração de biomassa na água, e conseqüentemente aumento do metabolismo aquático, que necessita de maiores teores de oxigênio dissolvido (ESTEVES, 1998). Esses resultados coincidem com os resultados de oxigênio das análises limnológicas das pisciculturas 1, 2, 3, (figura 5) tanto que em setembro com o retorno das chuvas, nas três pisciculturas elevou-se os níveis de oxigênio.



Figura 6. Média mensal da pluviosidade encontrada nos municípios de Pontes e Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade.

FONTE: Arquivo Pessoal /Dados obtidos no site da Agencia Nacional das Águas (ANA).

A condutividade específica é uma variável relacionada com o coeficiente de atenuação vertical da radiação (Figura 7), pois a condutividade depende da presença de partículas ionizadas em suspensão assim quanto mais transparente a coluna d'água, menor a sua turbidez e menor a condutividade (KUBITZA, 2008; ESTEVE, MARINHO, 2011).

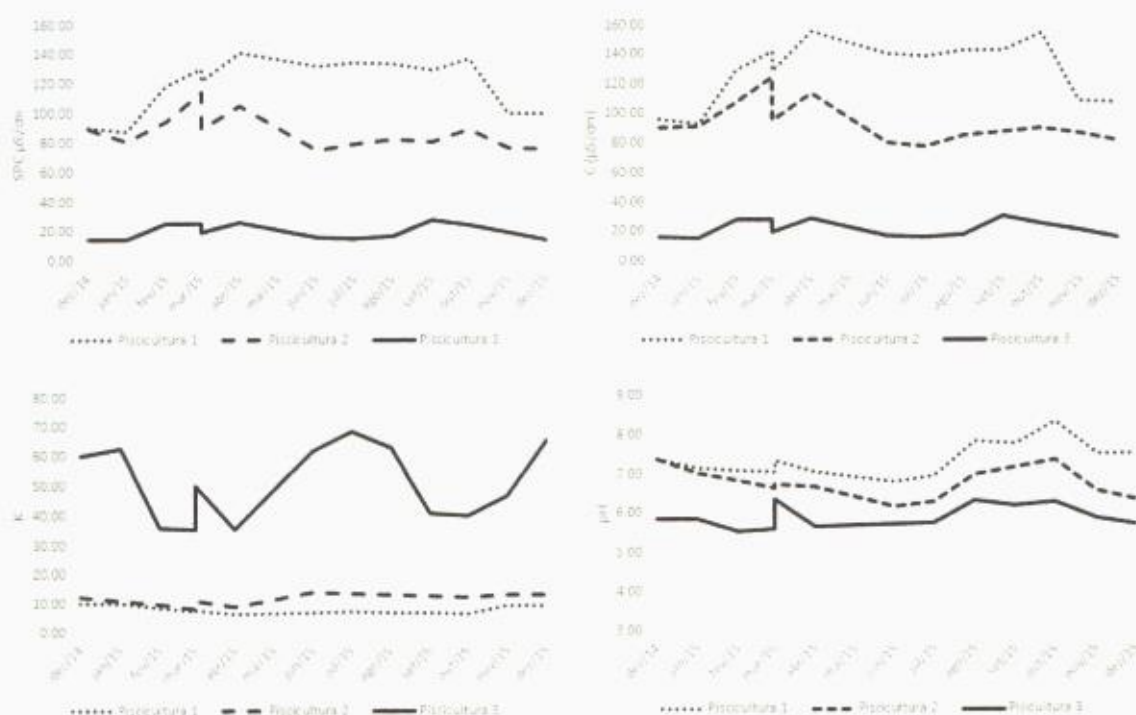


Figura 7. Valores de condutividade específica (SPC), condutividade (C), coeficiente de atenuação da radiação (K) e potencial hidrogênio (pH) nas pisciculturas avaliadas na região do Vale do Guaporé -MT.

Fonte: Arquivo Pessoal

Na piscicultura 3 os valores de condutividade (SPC e C) são extremamente baixos quando comparados com as outras pisciculturas, consequentemente o K é elevado. Neste caso é notória a falta de partículas suspensas e organismos fitoplancctônicos nos viveiros desta propriedade

Quanto a transparência se recomenda que esta fique entre 40 a 50 cm (disco de secci) ou entre 3,40 e 4,25 k^+ (coeficiente de atenuação) para produção de peixes continentais, uma vez que a transparência abaixo desses valor, aumenta o consumo de oxigênio pelo metabolismo aquático fazendo com que à noite ocorra um déficit de oxigênio e de dia um aumento excessivo de oxigênio, podendo levar uma alta produção de cianobactérias e *bloom algal* (SILVA, 1988).

A condutividade elétrica é recomenda entre 120 $\mu S/cm$ e 500 $\mu S/cm$ (SOUZA, 2000). Em estudo realizado por Lima, Campeche e Pereira (2009) obtiveram uma média de 210,36 $\mu S/cm$ na criação de tambaqui e tilápia em Petrolina-PE.

Com o relação ao pH de acordo com Kubitza (2008) e Lima et al. (2011) relatam que águas cujos valores de pH estão entre 6,5 a 9,0, são as mais adequadas para a produção de diferentes espécies de peixes. De modo geral nas pisciculturas da região do Vale do Guaporé o pH médio ficou em 6,9 o que é extremamente propicio para produção. O mesmo foi encontrado por Lima, Campeche e Pereira (2009) com o trabalho realizado em Petrolina-PE.

5 CONCLUSÃO

A piscicultura 1 apresentou melhores condições limnológicas para cultura de peixe, fato relacionado a maior pressão atmosférica, em função da altitude do município de Vila Bela da Santíssima Trindade. Através da caracterização das condições limnológicas das pisciculturas situadas na região do Vale do Guaporé conclui-se que esta região apresenta todas as condições propícias para o cultivo de peixes nativos e os problemas pontuais representam problemas na prática de manejo e não da condição do recurso hídrico disponível.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. R.; SOUZA, C. C.; COSTA, F. P.; REIS NETO, J. F.. Identificar as características e as exigências do consumidor de carne de peixe na cidade de Campo Grande, MS. In: Congresso Internacional de Administração, 2014, Ponta Grossa (PR). **Anais...** do Congresso Internacional de Administração, 2014. v. 1.

AYROZA, D. M. M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S.; AYROZA, M.R. As mudanças climáticas e a aquicultura, os novos desafios que vêm por aí. Jaboticabal, **Pan. da Aqui.** v. 19, n. 111, p.46-52, 2009.

BARBOSA, J. E. L.; ANDRADE, R. S. ; LINS, R. P.; DINIZ, C. R. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do rio Taperoá, trópico semi-árido brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. suplemento Especial, p. 80-89, 2006.

BRASIL, Bacia Hidrográfica, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2000.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

BRASIL, Instituto Nacional de Meteorologia, São Paulo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016. Disponível: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/verProximoDias> Acesso em 02 ago. 2016

BRASIL, **Plano de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. Brasília, 2015. Disponível em:<http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Plano_de_Desenvolvimento_da_Aquicultura-2015-2020.pdf>. Acesso em 04 ago. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 18 mar. p. 58-63, 2005.

COSTA, R. L.; FIGUEIREDO, F. M.; BAY, M.; QUEIROZ, C. B.; HURTADO, F. B. Análise qualitativa da comunidade fitoplancônica de uma piscicultura em Alvorada d' Oeste, Rondônia, Brasil. **Rev. Acta Agronômica**. v. 64, n. 3, p.260-267, 2015.

DAVID, G.S.; CARVALHO, E.D.; NOVAES, J.L.C.; BIONDI, G.F. A tilápia do tietê: Desafios e contradições da pesca artesanal de tilápias nos reservatórios hipereutróficos do Médio Rio Tietê. **Pan. da Aquí.** Butucatu, v.16, n.97, p. 24- 27, 2006.

DOURADO, E. C. S.; BENEDIDO-CECILIO, E. **Ecologia energética de peixe: influencia de fatores abióticos e bióticos** . Maringa: EDUEM, 2005. 53 p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia**: 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 1998. p. 226.

ESTEVES, F.A.; BARBIERI, R. A radiação solar e seus efeitos em ecossistema aquáticos continentais. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 139-154.

ESTEVES, F.A. MARINHO, C.C. Carbono inorgânico. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 209-238.

ESTEVES, F.A.; FIGUEIREDO-BARROS, PETRUCIO, M.M. Principais cátions e ânions. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 399-321

ESTEVES, F.A.; FURTADO, A. L. S. Oxigênio Dissolvido. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 166-191

ESTEVES, F.A.; MENEZES, C.F.S. Papel da água e da limnologia na sociedade moderna. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 63-72.

ESTEVES, F.A.; PANOSSO, R. Fósforo. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 259-281

ESTEVES, F.A.; SUZUKI, M.S. Comunidade fitoplanctonica. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 2011. p. 375-445

FERNANDES, L. F. WOSIAK, A.C; DOMINGUES, L.; PACHECO, C. V.; LAGOS, P. E. . **Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos**. In: CLEVERSON V. ANDREOLI; CHARLES CARNEIRO. (Org.). Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Curitiba: Gráfica Capital Editora, 2005, p. 239-298.

FERREIRA, C.M. A importância da água e sua utilização em ranário comerciais. **Rev. Pan da Aqui**, v.13, n.79, 2003.

FERREIRA, P. M. F.; BARBOSA, J.M.; SANTOS, E. L.; LIMA, M. R.; CABRAL, G. A. L. Efeito da temperatura sobre a taxa metabólica da carpa-comum. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v.4, n.2, p.1-10, 2009.

FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: **Experimental Designs pacakge (Portuguese)**. R package version 1.1.2, 2013.

FIGUEREIDO, H. C. P. Columnariose: Doença da Piscicultura moderna. **Rev. Pan. da Aqui.** v.17, n.101, 2007.

FIGUEROA, J. L.A; PALAFOX, J. T. P. **Calidad del agua en acuicultura: conceptos y aplicaciones**. México : AGT, 1998. 222 p.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, Edemar. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo (SP), v. 22, n.1, p. 10-16, 2005.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. C. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácido digestíveis de alguns ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Botucatu: **Rev. Bras. zootec.** V.30. n.4, p. 1143- 1149, 2001.

GIRÃO E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P. MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. **Rev. Ciên. Agron.**, v.38, n.1, p.17-24, 2007.

GORLACH-LIRA, K.A.; PACHECO, C.A.; CARVALHO, L.C.T.A.; MELO JÚNIOR, H.N.; CRISPIM, M.C.C. The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. **Braz. J. Biol.** v. 73, n. 3, p. 457-463, 2013.

HUSSAR, G.J.; PARADELA, A. L.; JONAS, T.C; GOMES, J.P.R. Tratamento da água de escoamento de tanque de piscicultura através de leitos cultivados de vazão subsuperficial: análise da qualidade física e química. **Eng. ambient.** Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 046-059, 2005.

KOMPIER, M. B. **Aspectos relacionados à implantação e desenvolvimento da piscicultura**, 2012. 34 p. Graduação em Zootecnia, Coordenação de Graduação, Faculdade da Amazonia, Vilhena, 2012.

KUBITZA, F. Excessiva alimentação pode agravar a mortalidade de peixe em sistemas intensivos de cultivo. **Pan. da aqui.** v.18, n.105, 2008.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes. **Pan. da aqui.** v.18, n.109, p.26-33, 2008b.

Kubitza, F. Qualidade da água na produção de peixes- Parte I. **Rev. Pan. da Aquic.** v.8, n.45, p. 1-5, 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes- Parte II. **Rev. Pan. da Aqui.** v.8, n.46, p. 7-15, 1998b.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes- Parte III. **Rev. Pan. da Aqui.** v.8, n.47, 1998c.

KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. **Pan. da Aqui.** Jundiaí, SP, 2003.

KUBITZA, F.; ONO, E. A.; CAMPOS, J. L. Os caminhos de produção de peixes nativos no Brasil: Uma Análise da produção e obstáculos da piscicultura. **Panorama da aquicultura.** v.17, n.102, 2007.

KUBITZA, F. Tanque rede em açudes particulares, oportunidade e atenções especiais. **Pan. da Aquic.** v. 17, n. 101, p. 14-21, 2007.

LACHI, G.B.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **B. Inst. Pesca,** São Paulo, v. 34, n.1, p. 29 - 38, 2008.

LIMA, V. T. A.; CAMPECHE, D. F. B.; Paulino, Renata Vale ; SANTOS JUNIOR, D. D. ; VASCONCELLOS, E. B. C. . Análise da condutividade elétrica e do pH em água salobra no cultivo de tilápias. In: VI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 2011, Petrolina. **Anais da VI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido,** 2011.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesc,** São Paulo, v.36, n.2, p.149 – 163, 2010.

MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, DF. Maringá, Maringá, 2014.

MARTINEZ, J. M.; BAEZ, E.G.; LLOREN, M. B.; MANRIQUEZ, I. M. Calidad sanitaria del agua en principales fuentes de abasto de la ciudad de Matanzas. **Rev. med. electr.** v.29 n.5 p.1-11, 2007.

MATO GROSSO, Diagnóstico da piscicultura em Mato Grosso, Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. **FAMATO**: Cuiabá, 2014.

MERCANTE, C.T.J.; MARTINS, Y.K; CARMO, C.F.; OSTI, J.S.; PINTO, C.S.R.M.; TUCCI, A. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Rev.Bioikos**. Campinas, v.21 n.2, p. 79-88, 2007.

MINUCCI, L.V.; PINESE, J.F.; ESPINDOLA, E.L.G. Análise limnológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus* (pisces, anostomidae). Biosci. J. Uberlandia. **Rev. Acta Limnol.** v.21, n.1, p. 123 – 131, 2005.

MORAES, D. S. L; JORDÃO B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, Corumbá, v. 36, n.3, p. 370-4, 2002.

MORO, G. V.; REZENDE, F. P.; ALVES, A. L.; HASHIMOTO, D. T.; VARELA, E. S.; TORATI, L. S. **Piscicultura de água doces multiplicando conhecimento**, espécies de peixes para piscicultura. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013, 440 p.

OLIVEIRA, D. B. S; SIBAUBA- TAVARES, L. H.; DURIGAN, J. G. Estudo limnológico em tanques de piscicultura, parte II: Variação semanal de fatores físicos químicos e biológicos. **Acta. Limnol. Brasil.** v.4, n.1, p. 123-137, 1992.

OLIVER, S. L.; RIBEIRO, H. Variabilidade climática e qualidade da água do reservatório Guarapiranga. São Paulo: **Estudos avançados** v.28 n.82, p. 95-128, 2014.

ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. **Rev. Pan. da Aquic.**, v.12, n.73, p.15 -29, 2002.

OSTI, J. A. S. **Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 60 p. Dissertação

(Mestrado em Pesca e Aquicultura), Secretaria da agricultura e abastecimento, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca, São Paulo.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil**. Curitiba: GIA.2007. p.279

PÁDUA, H. B. Principais variáveis físicas e químicas da água na aquicultura. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA NA AQUICULTURA, 1, 2000, Pirassununga. **Anáis...** Pirassununga. Universidade de São Paulo, 2000. p. 17-23.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C.F.M.; CARNEIRO, P.C. F.; CASTILHO, M. F. Sequência e bem estar de peixes: Uma visão de futuro de mercado consumidor. **Pan. da aquí.** v.17, 102, 2007.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C.T.J. **A Amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água**. B. Inst. Pesca, São Paulo, v.31, n.1, p. 81 - 88, 2005.

PIRES, T. B. **Análise de parâmetro físico e biológico no sistema intensivo de produção de tilápia do Nilo**. 2014. 67 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir". **Rev. Bras. Bot.** 2014.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C.; **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura**, Jáguaáriuna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006 (Circular Técnica No.14/2006)

QUEIROZ, J. F. Boas Práticas de Manejo para a Aquicultura. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações, 2002, Campinas, SP. **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações**, 2002. v. 13. p. 17-30.

QUEVEDO, C. M. G. **As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente**. 2009. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08012010-110552/>>. Acesso em: 2016-08-05.

RANZANI-PAIVA, M. J. T. ; SALLES, F. A. ; EIRAS, J. C. ; EIRAS, A. C. ; ISHIKAWA, C. M. ; ALEXANDRINO, A. C. **Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca**, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 25, n.único, p. 77-83, 1999.

REBOUÇAS, R.M.; ▪ LIMA, L. R.; DIAS, I.F.; ▪ BARBOSA FILHO, J.A.D. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. Fortaleza, **Anim Behav Biometeorol**, v.2, n.2, p.35-42, 2014.

RIBEIRO, R. P., SENGIK, E., BARRERO, NML., CIOLA, ALC., MOREIRA, HLM., SUSSEL, FR., LUPCHINSKI JUNIOR, E., e BENITES, C., Coleta de amostras de sedimento em viveiros de piscicultura. **Rev. Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n.3, p. 399-403, 2005.

RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A.L.; ROSA, D. K. ; TORATI, L. S.; SANTOS, V. R. V. **Piscicultura de Água Doce: Multiplicando Conhecimentos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 440 p.

SANTEIRO, R.M.; PINTO-COELHO, R. Efeitos de fertilização na biomassa e qualidade nutricional do zooplâncton utilizado para alimentação de alevinos na estação de hidrobiologia e piscicultura de Furnas, MG. **Acta scientiarum**, v.22, n.3, p.707-716, 2000.

SANTOS, F. W. B. Nutrição de peixes de água doce: Definições, perspectivas e avanços científicos. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2007, FORTALEZA. **Anais...** FORTALEZA: Universidade Federal do Ceará, 2007. p. 1-36.

SATOLANI, M. F.; CORRÊA, C. C.; FAGUNDES, M. B. B. Análise do ambiente institucional e organizacional da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul. **Rev. de Econ. Sociol. Rur.** v. 46, n.2, p. 216-234, 2008.

SILVA, J. W. B. Outros sistemas de cultivo em piscicultura . In: FAO. (Org.). Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes. 1ed.BRASÍLIA: 1988, v. 9, p. 131-158.

SILVA, V. K; FERRERIA, M. W.; LOGATO, P. R.V. **Qualidade da água na piscicultura**. Boletim técnico. São Paulo: Instituto de Zootecnia, 2003. 19 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência. **Acta Limnol. Bras.**, v.8, p.29-36, 1996.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M.; Diagnóstico da qualidade da água do Parauapebas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 3, p. 413-422, 2012.

SOUZA, R. A. L. de. **Apostila de manejo e qualidade da água na piscicultura**. Brasília, DF: Eletronorte, 2000. 25 p.

TAVARES, L. H. **Uso racional da água em aquicultura**. UNESP - Jaboticabal. 2013. 325p.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Problemas climáticos globais e seus efeitos na aquicultura. **Pan. da aqui.**, v.17, n.101, p. 38-41, 2007.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de texto, 2008. 623 p.

VALENÇA, A. R. Cultivo de *Litopenaeus vannamei*: Água doce ou oligohalina? **Pan. da Aquic.**, v.13, n. 78, p.35 -45, 2003.

ZANIBONI FILHO.; REYNALTE-TATAJE, D.; WEINGARTNER, M. Potencialidad del género Brycon en la piscicultura brasileña. **Rev. Col. Cienc. Pec.** Florianópolis, v.19 n.2, p. 233-240, 2006.

ZERLIN, R. A. **Variação temporal dos macroinvertebrados bentônicos, em lagoa marginal ao rio Paranapanema -SP**. Dissertação (Mestrado em biociências), Instituto de Biociência de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.