

Caracterização das variáveis limnológicas de três pisciculturas pertencentes à região do Vale do Guaporé (MT)

Characterization of limnological variables of three fishponds in the Vale do Guaporé region

Bruno Mendes Visoni¹, Tatiani Botini Pires²

RESUMO: Estudos limnológicos são de grande importância para as pisciculturas uma vez que a produção de peixe está diretamente correlacionada com a qualidade da água. Vale ressaltar que a qualidade da água não só contribui para o desenvolvimento do peixe, mas é um fator primordial nos indicadores econômicos. Então, teve-se como objetivo identificar as características limnológicas em três pisciculturas da região do Vale do Guaporé, a fim de caracterizar o padrão de qualidade da água. O estudo ocorreu entre o período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015, com coletas mensais. As variáveis acompanhadas foram Temperatura da água, Pressão, Oxigênio Saturado, Oxigênio Dissolvido, Condutividade específica, Condutividade, Coeficiente de atenuação vertical da radiação e potencial hidrogeniônico. A correlação das três pisciculturas sobre a temperatura não apresentou estatisticamente diferença uma da outra. Os problemas encontrados representam falhas na prática de manejo e não da condição do recurso hídrico disponível. Através da caracterização das condições limnológicas das pisciculturas situadas na região do Vale do Guaporé conclui-se que esta região apresenta todas as condições ambientais propícias para o cultivo de peixes nativos.

Palavras-chave: Água doce. Produção de peixe. Qualidade da água. Tanque escavado.

ABSTRACT: Limnological studies are highly important for fish farms. In fact, fish production is directly related with water quality, while water quality does not only contribute to the development of fish, but it is a key factor in economic indicators. Current analysis, performed between December 2014 and December 2015, with monthly collections, identifies the limnological characteristics in three fish farms in the Vale do Guaporé region to characterize water quality standard. Variables comprised water temperature, pressure, saturated oxygen, dissolved oxygen, specific conductivity, conductivity, vertical radiation attenuation coefficient and pH. The correlation of the three fish farms over temperature showed no statistically difference. Issues were due to flaws in management practice and not in the condition of the available water resource. Characterization of the limnological conditions of fish farms located in the Vale do Guaporé region reveals that the region presents all the environmental conditions for the cultivation of native fish.

Keywords: Earthen dug tank. Fresh water. Fish production. Water quality.

Autor correspondente:

Bruno Mendes Visoni: brunovisoni@gmail.com

Recebido em: 24/05/2020

Aceito em: 08/12/2020

¹ Discente de mestrado do Programa de Pós-graduação em Aquicultura (PPGAQI) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis (SC), Brasil.

² Professora permanente do curso Bacharel em Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), Pontes e Lacerda (MT), Brasil.

INTRODUÇÃO

A produção de peixes de água doce é o ramo que mais cresce dentro da aquicultura, dados publicados pela FAO relatam que a produção de peixes de águas interiores ultrapassou 50 milhões de toneladas em 2018, ocupando 62,5% da produção de organismos aquáticos no mundo (FAO, 2020). Dentro desta escala de produção, dados do IBGE (2020) mostram que no Brasil houve a produção de mais de 722 mil toneladas, e o Estado de Mato Grosso produziu 25 mil toneladas, principalmente de peixes nativos. Contudo, é fato que atividades de produção tal como a aquicultura mudam características físicas, químicas e biológicas da qualidade da água, podendo proporcionar um efeito negativo quando não se tem o controle da produção (SILVA *et al.*, 2019).

Entre os principais parâmetros analisados para avaliar a qualidade de água nas pisciculturas destacam-se: Temperatura, Transparência (cor, turbidez e sólidos), Oxigênio dissolvido (O.D.), pH, Alcalinidade, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio, Nitrogênio amoniacal (Amônia), Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio (DQO), e condutividade (LEIRA *et al.*, 2016). Através da análise dos parâmetros da água pode-se identificar diferentes formas de seu uso e em diferentes proporções. A resolução do CONAMA nº 357/2005 traz diretrizes sobre a classificação do uso da água e sobre padrões de lançamento dos efluentes.

Conhecendo essas informações, a classificação das águas doces ocorre em função dos usos preponderantes. As Classes de uso 1 e 2 somente poderão ser destinadas para fins da aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005). Girão *et al.* (2007) ressaltaram que a análise limnológica pode ser realizada em diferentes escalas (tempo, área) e sob vários aspectos de ordem química, física e biológica. Costa *et al.* (2015) relataram 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. Vale ressaltar que a qualidade da água não só contribui para o desenvolvimento do peixe, mas também representa um fator primordial nos indicadores econômicos (LEIRA *et al.*, 2017). Com base nesses antecedentes será apresentada a caracterização limnológica de três áreas de piscicultura da região do Vale do Guaporé (MT).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três pisciculturas da região do Vale do Guaporé, mais precisamente nos municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade (Piscicultura 1: P1) e Pontes e Lacerda (Piscicultura 2: P2; Piscicultura 3: P3), ambos os municípios pertencentes ao Estado de Mato Grosso (Figura 1).

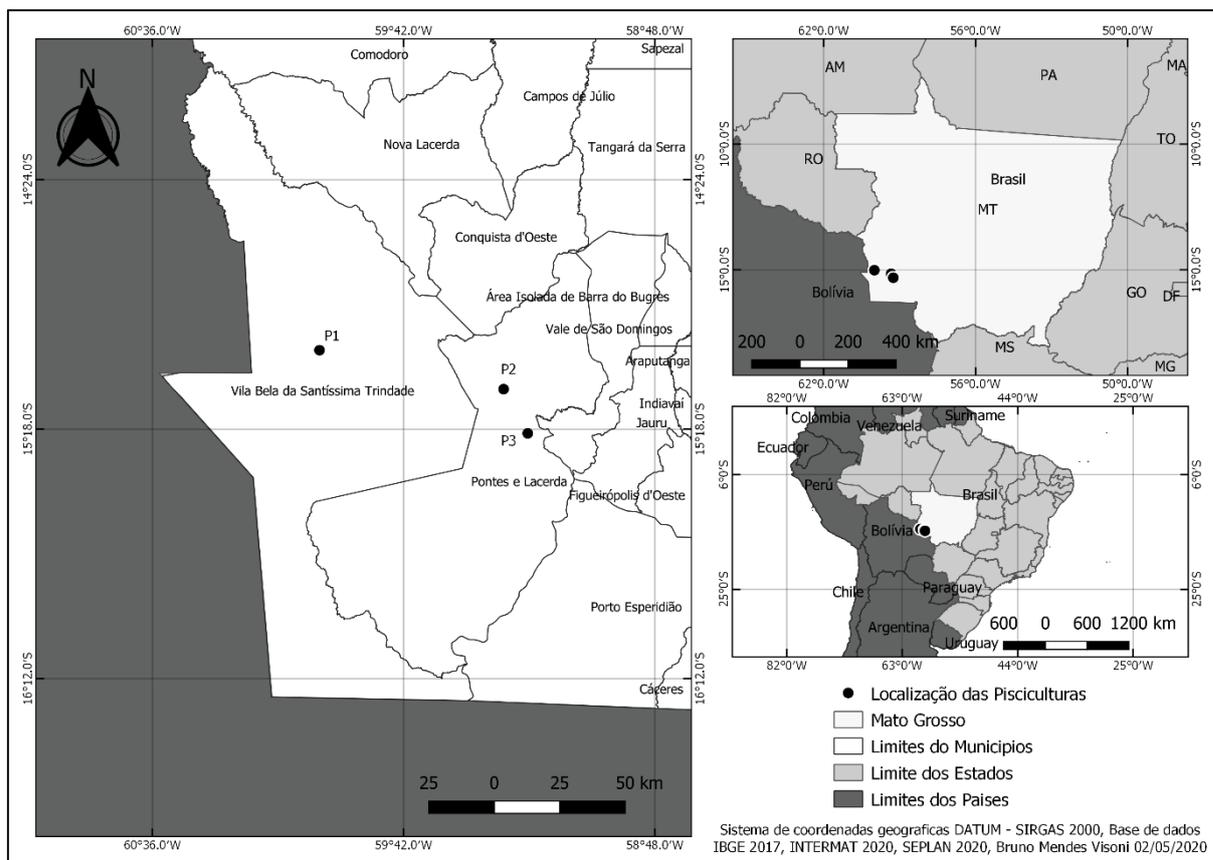


Figura 1. Localização das pisciculturas nas cidades de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda no Estado de Mato Grosso, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor

2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS VIVEIROS

Todos os viveiros são escavados com sistema de abastecimento de água caracterizado como sistema cascata com baixa renovação, abastecidos por água de minas localizadas próximo a elas. A Piscicultura 1 possui 11,99 hectares de lâmina de água, com uma profundidade média dos viveiros de $1,56 \pm 0,05$ e apresenta 225 m de altitude do nível do mar, a Piscicultura 2 possui 14,87 hectares de lâmina de água, com uma profundidade média dos viveiros de $1,54 \pm 0,14$, e fica a 226 m de altura do nível do mar. Já a Piscicultura 3 possui 24,07 hectares de lâmina de água, com profundidade média de $1,58 \pm 0,17$, com altitude de 278 m do nível do mar. As três pisciculturas são caracterizadas como um sistema semi-intensivo de produção, sendo que todos os viveiros são de engorda, e a principal espécie cultivada era o *Colossoma macropomum*.

As análises limnológicas ocorreram mensalmente entre o período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015 e os parâmetros limnológicos avaliados foram temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pressão barométrica (mmHg), oxigênio saturado (OSat %), oxigênio dissolvido (OD 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). Os dados meteorológicos foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Todas as coletas dos parâmetros limnológicos foram *in loco* utilizando aparelho Multiparâmetro YSI Professional Plus, o posicionamento da sonda ocorreu segundo os seguintes critérios: distantes 30 cm das margens dos viveiros e 20 cm abaixo da linha superficial da água. As amostras foram coletadas no período matutino entre 6h30 às 8h30 e no período vespertino (16h30 às 18h), em três pontos de coleta 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 os parâmetros limnológicos de cada piscicultura, assim foram retirados os viveiros que durante a avaliação foram desativados ou que foram construídos durante o período de acompanhamento, sendo submetidos à análise os que possuíam uma amostragem de no mínimo 12 meses, o que permitiu a seleção de 9 viveiros de cada piscicultura, totalizando 27 viveiros escavados avaliados no presente trabalho.

A entrada de água na Piscicultura 1 vem de uma mina, passando de um viveiro para o outro até chegar no viveiro 9 em sistema cascata. A Piscicultura 2 apresentava um reservatório, que abastecia os viveiros 1, 2 e 4. O viveiro 1 e 2 abastecia somente o viveiro 3 e o viveiro 7 em sistema cascata. O viveiro 4 abastecia os viveiros 5, 6, 8, 9 em sistema cascata. Já na Piscicultura 3 o viveiro 1 abastecia os viveiros 2 e 3. O viveiro 3 abastecia os viveiros 4, 5, 6 em sistema cascata enquanto que o viveiro 2 abastecia o viveiro 8, que por sua vez abastecia os viveiros 7 e 9 (Figura 2).

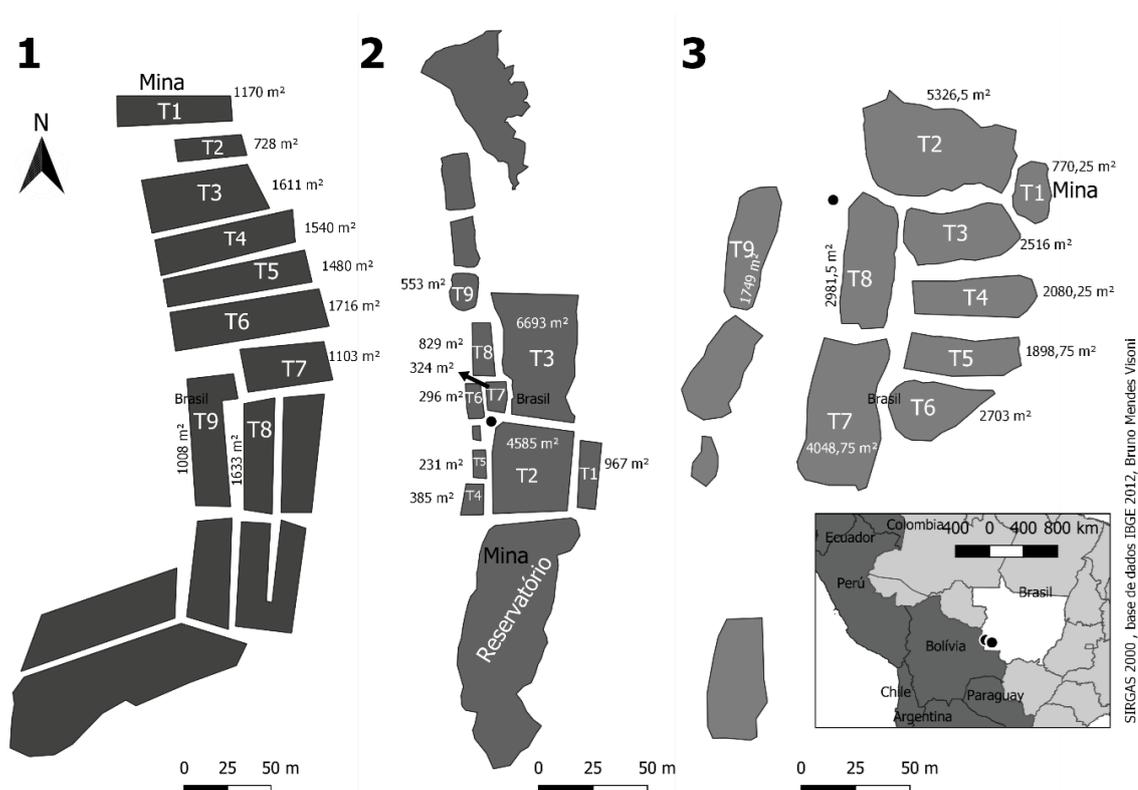


Figura 2. Pisciculturas nas cidades de Vila Bela da Santíssima Trindade (1) e Pontes e Lacerda (2 e 3) no Estado de Mato Grosso, lâmina da água, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram tabulados em planilha do Microsoft Excel e submetidos a uma estatística descritiva obtida através do programa estatístico R pelo pacote ExpDes.pt, as médias foram avaliadas somente através da estatística descritiva, dados de parâmetros limnológicos foram correlacionados com a correlação de Pearson ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral dos parâmetros limnológicos amostrados nas três pisciculturas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Comparativo dos valores médios do período, seguidos dos valores de desvio padrão, obtidos para as variáveis limnológicas nas três pisciculturas da região do Vale do Guaporé (MT)

Variáveis Limnológicas	Piscicultura 1	Piscicultura 2	Piscicultura 3
Pressão Atmosférica (mmHg)	739,5±1,22	736,3±1,67	737,27±1,46
Temperatura (°C)	29,2±1,35	28,61±1,54	28,95±2,26
Oxigênio Saturado (%)	56,49±18,58	51,85±20,15	51,68±26,88
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,18±1,29	3,81±1,53	3,83±2,03
Condutividade específica	120,11±20,63	87,39±7,94	20,37±25,12
Condutividade	129,61±23,22	93,56±8,52	21,9±27,43
Coefficiente de Radiação	8,04±1,59	11,91±17,43	51,36±4,58
pH	7,38±0,50	6,79±0,45	5,92±0,51

Fonte: Elaborado pelo Autor

Dentre os resultados obtidos (Tabela 1) o O.D está fora dos valores estipulados pela resolução do CONAMA nº 357/2005 no que tange às classes 1 e 2 de águas doce. resultado pode estar correlacionado com aumento de produção de peixes dentro dos viveiros, tal como Silva e Keppeler (2019) relataram pela menor quantidade de oxigênio dissolvido nos viveiros que possuíam cultivo. Esteves e Furtado (2011) relataram que o nível de oxigênio dissolvido possui variação nictimeral, apresentando quedas e aumentos conforme o horário. A maioria das coletas foi realizada no período entre as 6h30 às 9h30 da manhã, período no qual há de fato uma menor concentração de OD, devido a uma menor produção pela população de fitoplâncton (SILVA; KEPPELER, 2019).

Não foi encontrado na resolução do CONAMA nº 357/2005 valores estabelecidos para as variáveis de coeficiente de atenuação vertical da radiação e condutividade. Contudo quando utilizamos o método estabelecido por Poole e Atkins (1929) sobre a transformação de coeficiente de atenuação vertical da radiação em transparência o valor é $k = 1,7/Zds$ e este está dentro dos padrões estabelecidos por Kubitzka (2009). Sobre a condutividade, de acordo com Esteves; Barros; Petrucio (2011), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa

de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, de modo que os resultados obtidos no presente trabalho fixam-se neste caso na faixa ideal para produção (Tabela 1). O pH está dentro do intervalo imposto pela resolução do CONAMA n° 357/2005. Os parâmetros temperatura e pressão também estão dentro do indicado para criação de peixes nativos (DEVI *et al.*, 2017).

Considerando uma análise comparativa das três pisciculturas (Tabela 1), a Piscicultura 1, localizada no município de Vila Bela da Santíssima Trindade, possui melhores condições em seus 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; DEVI *et al.*, 2017).

A pressão atmosférica é inversamente proporcional à temperatura e à altitude, desse modo quando se compara os valores de temperatura e pressão com os valores de oxigênio (OD e O.Sat) (Figura 3), verifica-se uma relação inversamente proporcional, onde os níveis de oxigênio caem com a elevação da temperatura e da pressão (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

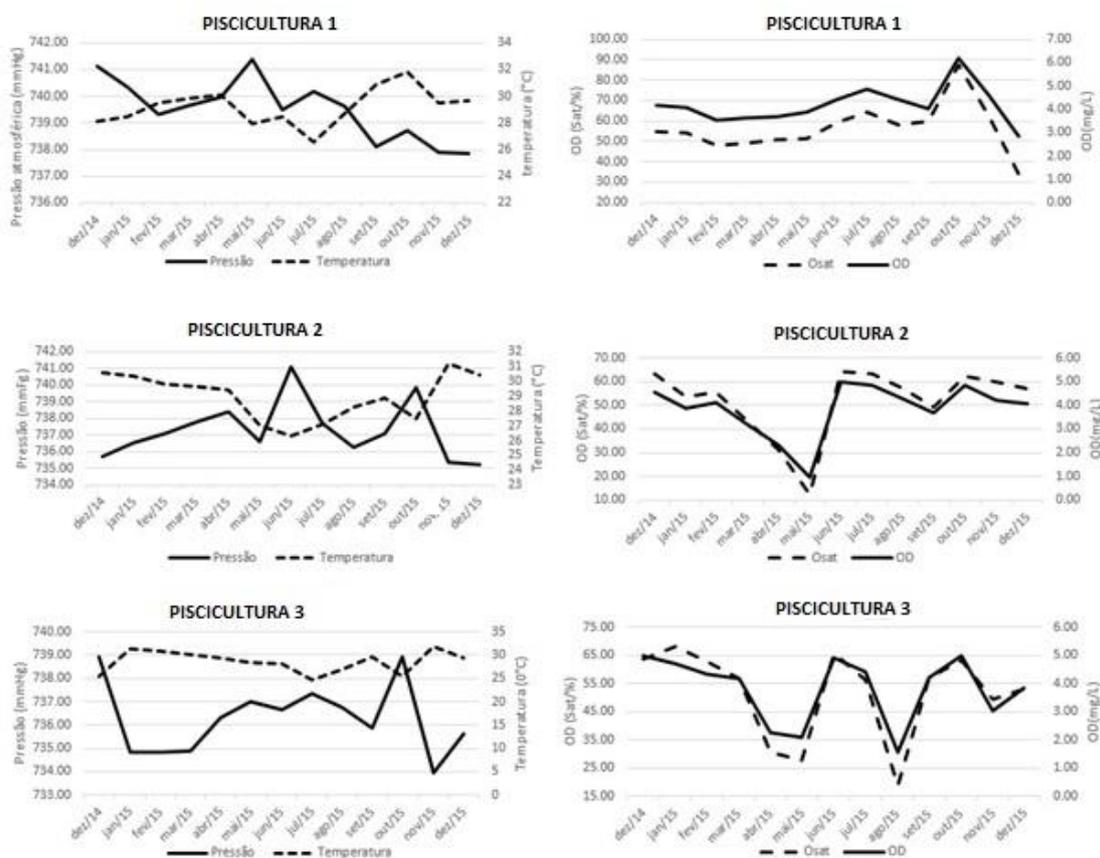


Figura 3. Relação entre a temperatura e pressão e os valores de oxigênio saturado (Sat/%) e dissolvido (mg/L) nas três pisciculturas acompanhadas na região de Vale do Guaporé (MT).

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos resultados apresentados a Piscicultura 1 foi a que apresentou menor variação nos valores de oxigênio ao longo do período avaliado. Um motivo que favorece esse comportamento pode estar correlacionado ao manejo mais tecnificado, onde foi observado no decorrer do trabalho que o produtor recebe assistência técnica na sua piscicultura, o que favorece melhor controle dos parâmetros limnológicos do que as Pisciculturas 2 e 3 que não possuem esta assistência técnica constante.

A Piscicultura 3 foi a que apresentou parâmetros com maior variação, neste caso um reflexo de possíveis falhas no manejo, condições que não foram avaliadas no presente trabalho, mas que podemos afirmar que na época da condução deste trabalho a Piscicultura 3 não recebia assistência técnica comparada à Piscicultura 1.

Sousa *et al.* (2016) relatam que em áreas de piscicultura o manejo adequado 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 apresentou dois pontos de queda brusca nos níveis de oxigênio dissolvido, um entre março e maio (2 mg/L OD) e o outro em agosto (1,69 mg/L OD), mesmo apresentando menor variação nos valores de temperatura média. Existem vários fatores que podem ocasionar a queda na concentração de O.D., desde a diminuição na quantidade fitoplanctônica (ESTEVES; FURTADO, 2011), como o aumento na produção animal naquele período (SOUSA *et al.*, 2016). A Piscicultura 2 apresentou queda nos valores de oxigênio dissolvido no período entre maio e junho (0,9 mg/L OD), nessa área foi verificado maior coeficiente de atenuação vertical da radiação (k) (Figura 3), o aumento de transparência da água pode indicar baixa população de organismos fitoplanctônicos, que são os principais contribuintes para a produção de oxigênio dissolvido na água (SILVA; KEPPELER, 2019).

Houve aumento na pluviosidade a partir do mês de setembro, o começo das chuvas é um período em que ocorre aumento na temperatura do ar e queda na pressão atmosférica, assim nota-se neste período a diminuição nos níveis de oxigênio na água. O período de chuvas pode diminuir 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 4) foi ligeiramente maior que a de Vila Bela Santíssima Trindade, e por influenciar diretamente nas variáveis limnológicas, pode exigir dos produtores maior acompanhamento da densidade de fitoplânctons e a aplicação de técnicas de fertilização (ESTEVES; SUSUKI, 2011).

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 saturado e dissolvido da água, pois com o aumento da temperatura ocorre um aumento na decomposição de material orgânico, aumento na concentração de biomassa na água e conseqüentemente aumento do metabolismo aquático, que necessita de maiores teores de oxigênio dissolvido (ESTEVES; FURTADO, 2011). Essa análise explica os resultados referentes à concentração de oxigênio das Pisciculturas 1, 2, 3 (Figura 3).

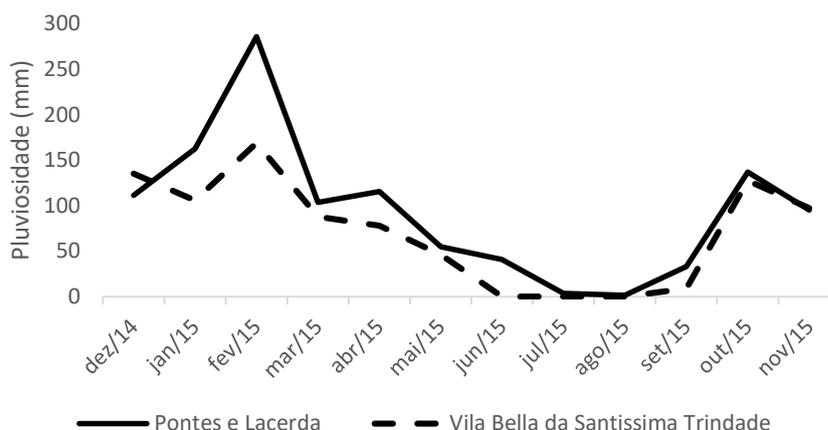


Figura 4. Média mensal da pluviosidade encontrada nos municípios de Pontes e Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade.

Fonte: Dados adaptados pelo autor obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

3.1 CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS OBSERVADAS

As variáveis limnológicas apresentam naturalmente correlação uma com a outra. Algumas variáveis como coeficiente de radiação com a condutividade apresentam uma correlação inversa ($r -0,8551$). O mesmo se observa das variáveis coeficiente de radiação com pH ($r -0,6861$). Outras variáveis que apresentam correlação alta são o oxigênio saturado com oxigênio dissolvido ($r 0,9818$) e condutividade com pH ($r 0,7637$). Esteves e Marinho (2011) relatam que a condutividade é uma variável que se relaciona com o coeficiente de atenuação vertical da radiação (Figura 5), pois esta depende da presença de partículas ionizadas em suspensão, assim, quanto mais transparente a coluna d'água menor a sua turbidez e menor a condutividade. Quando observamos essas variáveis separadamente comparando entre as três pisciculturas (Figura 6), observamos uma correlação descritiva.

	Prec	Temp	°C	mmHg	DO/L	DOmg	SPC	C	K	PH
Prec	1	0,4256	0,4172	-0,2111	0,0894	0,0504	-0,0254	-0,0034	-0,0788	-0,0451
	p= ---	p=,000	p=,000	p=,000	p=,095	p=,347	p=,636	p=,949	p=,141	p=,400
Temp	0,4256	1	0,5194	-0,2348	0,0609	0,0153	-0,0321	-0,0044	-0,0697	0,2448
	p=,000	p= ---	p=0,00	p=,000	p=,256	p=,775	p=,549	p=,935	p=,193	p=,000
°C	0,4172	0,5194	1	-0,4545	0,0671	-0,0359	0,0673	0,1222	-0,0451	0,0326
	p=,000	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=,210	p=,503	p=,209	p=,022	p=,400	p=,543
mmHg	-0,2111	-0,2348	-0,4545	1	0,0684	0,1308	0,3312	0,3065	-0,2186	0,3382
	p=,000	p=,000	p=0,00	p= ---	p=,202	p=,014	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000
DO/L	0,0894	0,0609	0,0671	0,0684	1	0,9818	0,0778	0,08	0,0296	0,265
	p=,095	p=,256	p=,210	p=,202	p= ---	p=0,00	p=,146	p=,135	p=,581	p=,000
DOmg	0,0504	0,0153	-0,0359	0,1308	0,9818	1	0,0684	0,0644	0,0402	0,2636
	p=,347	p=,775	p=,503	p=,014	p=0,00	p= ---	p=,202	p=,229	p=,453	p=,000
SPC	-0,0254	-0,0321	0,0673	0,3312	0,0778	0,0684	1	0,9973	-0,8589	0,763
	p=,636	p=,549	p=,209	p=,000	p=,146	p=,202	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00
C	-0,0034	-0,0044	0,1222	0,3065	0,08	0,0644	0,9973	1	-0,8551	0,7637
	p=,949	p=,935	p=,022	p=,000	p=,135	p=,229	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00
K	-0,0788	-0,0697	-0,0451	-0,2186	0,0296	0,0402	-0,8589	-0,8551	1	-0,6861
	p=,141	p=,193	p=,400	p=,000	p=,581	p=,453	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00
PH	-0,0451	0,2448	0,0326	0,3382	0,265	0,2636	0,763	0,7637	-0,6861	1
	p=,400	p=,000	p=,543	p=,000	p=,000	p=,000	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---

Figura 5. Variáveis limnológicas que mostram correlação uma com a outra em negrito ($p < 0,05$). Valores numéricos, na parte superior valor de correlação Pearson (R) e na parte inferior o p valor.
 Legenda: Prec - Precipitação pluviométrica, Temp - Temperatura média da água, °C - Temperatura média do ar, mmHg - barômetro dentro da água, DO/L - Saturação de Oxigênio por litro na água, DOmg - Oxigênio Dissolvido na água, SPC - Condutividade Específica, C - Condutividade, K - Coeficiente de radiação, pH - Potencial Hidrogeniônico.

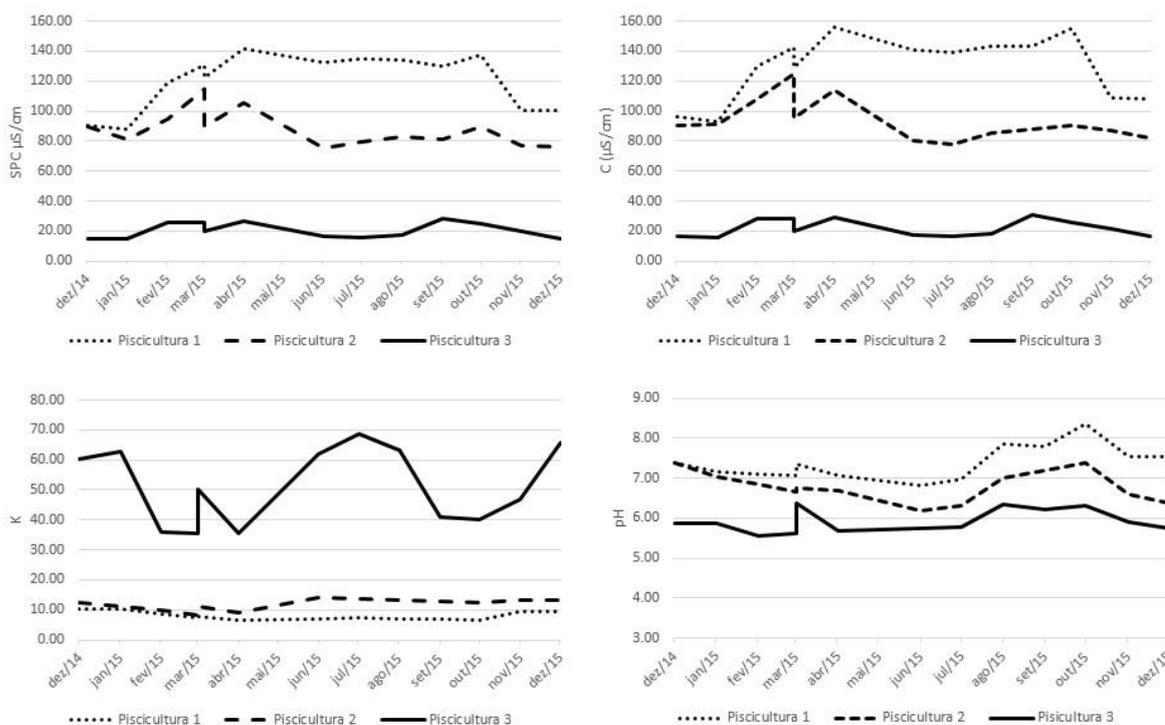


Figura 6. Valores de condutividade específica (SPC), condutividade (C), coeficiente de atenuação da radiação (K) e potencial hidrogeniônico (pH) nas pisciculturas avaliadas na região do Vale do Guaporé (MT).
 Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se que essas variáveis (Figura 6) se comportam igualmente entre as três pisciculturas. Na Piscicultura 3 os valores de condutividade (SPC e C) são baixos quando comparados com demais pisciculturas, conseqüentemente o K é elevado. Wang *et al.* (2020) relatam que a condutividade se correlaciona com a quantidade de nutrientes presentes na água e que essas variáveis além de estar totalmente correlacionadas, também possuem correlação importante com a quantidade de fitoplâncton presente na água. Conseqüentemente isso explica o aumento da transparência na água. A condutividade elétrica recomendada para produção de peixes nativos é de valores entre 66,0 a 155,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (HURTADO *et al.*, 2018).

A Piscicultura 1 apresentou valores mais elevados de coeficiente de radiação, 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 valores aumenta a luminosidade na água, podendo influenciar no aparecimento de macrófitas aquáticas o que conseqüentemente influenciaria no consumo de oxigênio pelo metabolismo aquático (WANG *et al.*, 2020).

Com relação ao pH, de acordo com Leira *et al.* (2017), águas cujos valores de pH estejam entre 6,5 a 9,0 são as mais adequadas para a produção de espécies de peixe nativas. De modo geral nas pisciculturas da região do Vale do Guaporé o pH médio ficou em 6,9 o que é extremamente propício para produção de peixes nativos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Piscicultura 1 apresentou melhores condições limnológicas para o cultivo de peixe, fato relacionado aos melhores parâmetros limnológicos encontrados. Através da caracterização das condições limnológicas das pisciculturas situadas na região do Vale do Guaporé conclui-se que essa região apresenta todas as condições propícias para o cultivo de peixes nativos e os problemas encontrados representam possíveis falhas na prática de manejo e não da condição do recurso hídrico disponível.

REFERÊNCIAS

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 fitoplanctônica de uma piscicultura em Alvorada d'Oeste, Rondônia, Brasil. **Revista Acta Agronômica**. v. 64, n. 3, p. 260-267, 2015.

DEVI, P. A.; PADMAVATHY, P.; AANAND, S.; ARULJOTHI, K. Revisão dos parâmetros de qualidade da água na piscicultura de gaiola de água doce. **International Journal of Applied Research**, v. 3, n. 5, p. 114-120, 2017.

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

ESTEVES, F. A.; BARROS, M. P. F.; PETRUCIO, M. M. Principais Cátions e Ânions. *In*: ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 299-322.

ESTEVES, F. A.; FURTADO, A. L. S. Oxigênio Dissolvido. *In*: ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 167-192.

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

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

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 Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2007.

HURTADO, F. B.; FIGUEIREDO, F. M.; DA COSTA, R. L.; BOMFIM, S. C.; QUEIROZ, C. B.; PONTES, W. P. Parâmetros limnológicos em viveiros de piscicultura semi-intensiva de tambaqui com abastecimento em disposição sequencial. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 9-30, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional sobre produção de aquicultura: censo agropecuário 2019**. Rio de Janeiro, 2019.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. BDMEP: Informações e documentação: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Banco de dados**. São Paulo: INMET, 2020.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**, v. 19, n. 111, p. 14-27, 2009.

LEIRA, M. H.; DA CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **PUBVET**, v. 11, p. 1-102, 2017.

POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 16, n. 1, p. 297-324, 1929.

SILVA, A. M. C.; CUNHA, M. C. C.; LOPES, D.V. Qualidade da água como reflexo de atividades antrópicas em bacias hidrográficas do Nordeste, Brasil. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 102-123, 2019.

SILVA, M. F.; KEPPELER, E. C. Avaliação nictemeral do perfil vertical da temperatura e do oxigênio da coluna d'água em viveiros de piscicultura escavado e de barragem. **Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 194-206, 2019.

SOUSA, A. S. C.; NETO, E. B.; LEITE, M. A. Piscicultura e o custo de produção de peixe redondo em tanque escavado. **Qualia: a ciência em movimento**, v. 2, n. 1, p. 1-25, 2016.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **A água como substrato**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de texto, 2008. 623p.

WANG, J.; WU, S.; FAN, B.; CHEN, W. Distribution Features of Phytoplankton and Its Correlation with Environmental Factors of Baima Lake. *In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2020. p. 012055.