



Carbon content in sediment from tambaqui fry ponds in fish farming in the Western Amazon

Teores de carbono em sedimento de viveiros de alevinagem de tambaqui em piscicultura na Amazônia Ocidental

HURTADO, Fernanda Bay⁽¹⁾; BOMFIM, Satia Costa⁽²⁾; PONTES, Wesley Paulo⁽³⁾; FIGUEIREDO, Fabiano Moreira⁽⁴⁾; WEBLER, Alberto Dresch⁽⁵⁾

⁽¹⁾ 0000-0001-7593-1852; Departamento Acadêmico de Zootecnia, Universidade Federal de Rondônia. Presidente Médici, RO, BRASIL. fernandabay@unir.br

⁽²⁾ 0000-0002-6615-7700; Departamento Acadêmico de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, BRASIL. sacoast@hotmail.com.

⁽³⁾ 0000-0002-1901-8716; Pressão Rural Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. Ji-Paraná, RO, BRASIL. wesleypesca@gmail.com.

⁽⁴⁾ 0000-0002-0240-0169; Dourada Piscicultura e Engenharia, Ariquemes, RO, BRASIL. fabianomfigueiredo@gmail.com

⁽⁵⁾ 0000-0001-5777-2982; Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Rondônia. Ji-Paraná, RO, BRASIL. alberto.webler@unir.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Fish farming in the state of Rondônia is characterized by adopting, in the great majority, the nurseries excavated without geomembrane. The effect of high stocking densities and leftover rations with a high nutrient content are decisive factors for the deterioration of the quality of the cultivation environment, as well as factors that trigger diseases that disperse rapidly in the environment due to water eutrophication. The objective was the chemical analysis of the levels of organic carbon and organic matter in the sediment of excavated ponds used in the creation of tambaqui fry (*Colossoma macropomum*). The study was carried out at the Vale do Rio Machado fish farm, located on line 20, BR sector of the rural area of the municipality of Presidente Médici, Rondônia. The sediment samples were collected with the aid of a simple collector in six nursery of fingerlings (VO1, VO2, VO3, VO4, V12 and V13) considering a depth of 0 to 20 cm, at three points inside the nursery (triplicate): close to the water inlet, in the middle of the pond and close to the water outlet, with the exception of the ponds O1 and O2, since they are concentrated in the same point the entrance and exit, as well as the entrance and the middle of the pond, respectively. The dynamics of organic carbon and organic matter present in the sediment is directly linked to the flow of water in the nurseries.

RESUMO

A piscicultura no estado de Rondônia é caracterizada por adotar, em sua grande maioria, os viveiros escavados sem geomembrana. O efeito de elevadas densidades de resíduos e sobras de rações com nutrientes são fatores decisivos para a deterioração da qualidade do ambiente de cultivo, bem como fatores desencadeadores de doenças que se dispersam rapidamente no meio devido à eutrofização da água. Objetivou-se analisar os teores de carbono orgânico e matéria orgânica do sedimento de viveiros escavados utilizados na criação de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). O estudo foi realizado na piscicultura Vale do Rio Machado, localizada na linha 20, setor BR da área rural do município de Presidente Médici, Rondônia. As amostras de sedimento foram coletadas com auxílio de um coletor simples em seis viveiros de alevinagem (VO1, VO2, VO3, VO4, V12 e V13) considerando uma profundidade de 0 a 20 cm, em três pontos dentro do viveiro (triplicata): próximos à entrada de água, no meio do viveiro e próximo à saída de água, com exceção dos viveiros O1 e O2, uma vez que se concentram em mesmo ponto a entrada e saída, bem como a entrada e o meio do viveiro, respectivamente. A dinâmica do carbono orgânico no sedimento está diretamente interligada ao fluxo de água existente nos viveiros

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 18/05/2022

Aprovado: 05/04/2024

Publicação: 24/05/2024



Keywords:

Fish farming,
Sedimentology, *Colossoma macropomum*

Palavras-Chave:

Piscicultura,
Sedimentologia, *Colossoma macropomum*

Introdução

Nas últimas décadas, a aquicultura se destacou como uma atividade competitiva e sustentável na produção de alimentos saudáveis, apresentando contribuição relevante para geração de emprego e renda, bem como redução da pobreza e da fome em várias partes do mundo. Os impactos econômicos e sociais gerados pelas atividades aquícolas foram tão abrangentes que essa experiência passou a ser chamada de *blue revolution*, a “revolução azul”, em alusão à experiência com a “revolução verde”, que proporcionou grandes transformações na atividade agropecuária e no modo de vida das pessoas a partir da década de 1950 (Siqueira, 2017).

Os dados apresentados na edição do *The State of The World Fisheries and Aquaculture – Rumo à Transformação Azul* (FAO, 2022) mesmo com a pandemia de COVID-19 a produção mundial aquícola apresentou crescimento de 5,7%, atingindo aproximadamente 122,6 milhões de toneladas em 2020, deste montante, cerca de 87,5 milhões de toneladas são referentes a animais aquáticos com um valor estimado em 281,5 bilhões de dólares. No ano de 2022 o Brasil teve a produção média de 860.344 toneladas de peixe de cultivo, um aumento de 2.3% com relação a 2021 (Peixe BR, 2023).

De acordo com as informações divulgadas pelo Relatório Anual da Peixe Br em 2023, a produção de peixes no Brasil chegou a 267.060 toneladas, destas, 31,04% correspondem a produção de peixes nativos (Peixe Br, 2023). Ainda segundo o mesmo relatório a Região Norte se destaca com 143.500 toneladas desta produção, sendo o estado de Rondônia o maior produtor de peixes nativos do Brasil, correspondendo a um total de 57,200 mil toneladas de peixes nativos produzidos em 2022 (Peixe Br, 2023), sendo o tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818), como um dos peixes mais cultivados, correspondendo a cerca de 88% do pescado cultivado em Rondônia em 2022 (IBGE, 2023).

Diante dessas informações, uma das preocupação existentes é com os sedimentos produzidos durante o ciclo de produção dos alevinos de tambaqui, que podem ser definidos como partículas minerais (entre 95 % a 98 %) e orgânicas (entre 2 % a 5 %) encontradas no fundo dos viveiros, sendo um importante componente para o ecossistema aquático por fornecer substrato para uma diversidade de organismos, porém funciona como reservatório de vários contaminantes de baixa solubilidade, desempenhando papel importante no processo de assimilação, transporte e deposição de matéria orgânica e mineral, além de constituir fontes de contaminação secundária na coluna d’água, mas essa deposição do sedimento deve ser prevenida pelo uso de melhores técnicas de aeração, bem como, o seu uso na própria manutenção do viveiro após a secagem entre os ciclos de produção que pode ser espalhado novamente nas áreas de erosão (Boyd, 2012; Brigante et al., 2003).

O teor de carbono orgânico e matéria orgânica no sedimento dos viveiros escavados decorrem de vários fatores, dos quais se destacam: o padrão da água de origem; a forma de

manejo dos tanques (calagem, adubação, limpeza); as características das espécies cultivadas; o manejo produtivo com destaque para a forma de fornecimento e qualidade da ração (Barbosa et al., 2000).

A dinâmica entre a matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes nos sedimentos dos viveiros de piscicultura, oriundos do fornecimento de ração durante o cultivo de tambaqui são consideradas como aspectos críticos para o manejo, uma vez que, a decomposição da matéria orgânica afeta a disponibilidade de oxigênio dissolvido (OD) e o potencial de oxirredução na interface sedimento/água diminuem o intercâmbio de nutrientes do sedimento para a coluna d'água (De Queiroz & Boeira 2006).

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os teores de carbono e matéria orgânica no sedimento de viveiros de alevinagem em uma piscicultura no município de Presidente Médici – Rondônia.

Desenvolvimento

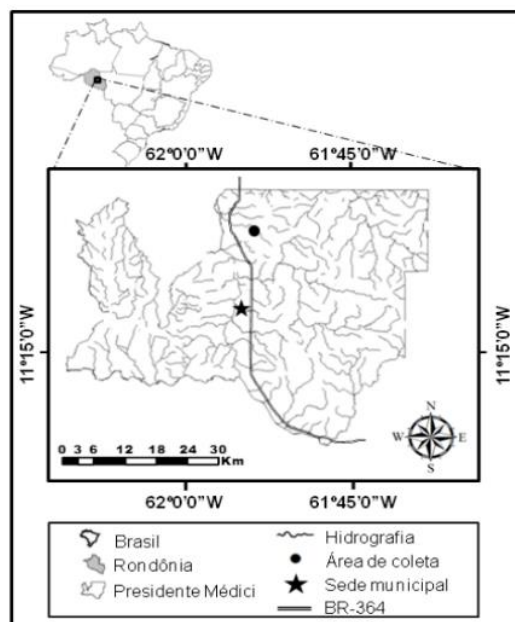
Área de Estudo

A área de estudo escolhida está situada no município de Presidente Médici, Rondônia (Figura 1), que se localiza na Região Central do estado, e possui uma população aproximada de 19.327 habitantes, de acordo com o censo de 2022. Dados demonstram que a maior atividade econômica no produto interno bruto (PIB) do município pertence a atividade agropecuária (IBGE, 2022).

Este trabalho foi realizado em uma propriedade rural, Piscicultura Vale do Rio Machado, onde clima é classificado como Aw, úmido ou subúmido, segundo Köppen, com média anual da temperatura do ar em torno de 25,8 °C, com temperatura máxima entre 30°C e 34°C, e mínima entre 17° C e 23°C e pluviosidade média anual de 1.757 mm (Climate-Data, 2024).

A piscicultura possui 13 tanques escavados (viveiros) que variam entre 20 a 100 m², com profundidade máxima de 1,50 m. Essa piscicultura se destina à produção de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) para comercialização. Os viveiros são abastecidos, com água oriunda de nascente pertencente à propriedade vizinha a montante da piscicultura passando por duas represas de abastecimento que não possuem cultivo de peixes, e posteriormente esta é distribuída para os viveiros com sistema de abastecimento de fluxo contínuo de água e interligados (em cascata), à pesquisa foi realizada somente nos viveiros de alevinagem (01, 02, 03, 04, 12, 13), desprezando-se os viveiros que continham as matrizes (Figura 2).

Figura 1.
Área de coleta dos dados.



Fonte: Freitas et al. (2015).

Coleta do Sedimento nos Viveiros de Alevinagem

O estudo foi desenvolvido entre o período de ago./2015 à jun./2016, foram realizadas cinco (5) campanhas de coleta (bimestrais), sempre pelo período da manhã. As coletas de sedimentos foram realizadas nos viveiros (01, 02, 03, 04, 12, 13), sendo que os tanques que se encontram depois do viveiro 13 pertencem a outra fazenda e não são utilizados para a atividade piscícola (Figura 2).

Para realização da coleta do sedimento foi utilizado um coletor denominado *coletor simples*, as coletas de sedimento foram realizadas por um coletor constituído de um tubo composto de policloreto de vinila (PVC) transparente, com dimensionamento de 5 cm de diâmetro e aproximadamente 2,0 m de comprimento, permitindo obter amostras relativamente não perturbadas e (De Queiroz et al., 2004a).

As amostras de sedimento foram coletadas em seis viveiros de alevinagem, sendo os viveiros: 01, 02, 03, 04, 12 e 13 (Figuras 2), de modo que, foram coletadas em uma profundidade de 0 a 20 cm (em função da provável concentração superficial de nutrientes), bem como em três pontos dentro do viveiro (triplicata): próximos à entrada de água, no meio do viveiro e próximo à saída de água, com exceção dos viveiros 01 e 02, uma vez que se concentram em mesmo ponto a entrada e saída, bem como entrada e meio do viveiro, respectivamente conforme preconiza Brandão et al. (2011) para a escolha dos pontos de coleta de sedimentos para análise de matéria orgânica, e após homogeneização, foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados e transportadas para o Laboratório de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas do *Campus* de Presidente Médici da UNIR, de acordo com

a metodologia de Ribeiro et al. (2005) e Da Silva & Da Silva (2009).

Figura 2.
Piscicultura Vale do Rio Machado.



Fonte: Adaptado do Google Earth (acesso em: 21 jan. 2024).

Análises Laboratoriais

As amostras foram secas e peneiradas em malha de 2 mm, a quantificação do carbono orgânico (CO) foi realizada por meio da oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico acordo com a metodologia descrita em Claessen (1997) e Da Silva & Da Silva (2009).

Análises Estatísticas

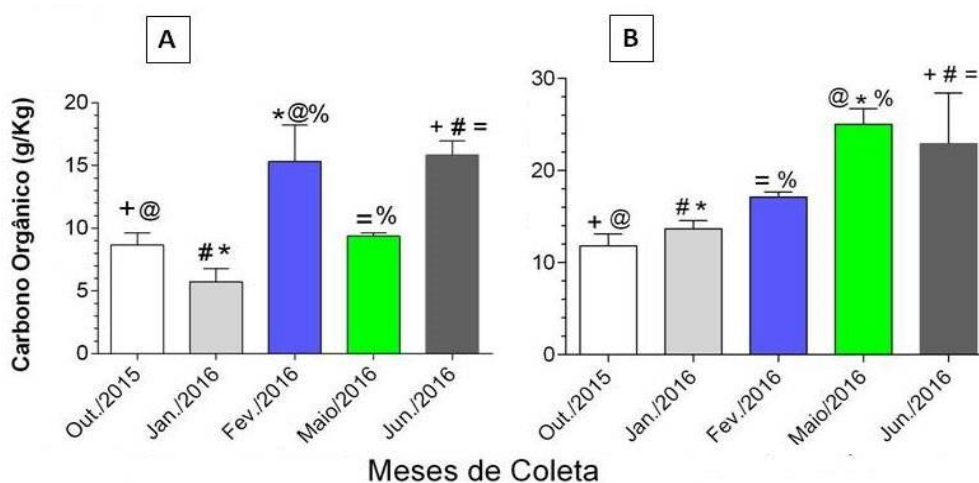
Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste *Shapiro-Wilk* por meio do programa estatístico *OriginPro 8*, foram realizadas análises de variância (ANOVA) e teste de *Tukey* ($p = 0,05$) Para a confecção dos gráficos foi utilizado o software *GraphPad Prism (6.0)*.

Resultados

Os valores de carbono orgânico (CO) dos viveiros 01, 02, 03, 04, 12 e 13 nos diferentes pontos de coleta, obtidos mediante análise de variância (ANOVA) apresentaram diferenças significativas entre os meses coletados. De modo que para o viveiro 01 no ponto entrada/saída, os meses de Out./2015, Jan./2016 e Maio/2016 não apresentaram diferenças entre si, bem como os meses de Fev./2016 e Jun./2016 (Figura 3A). Já com relação ao meio do viveiro os meses que não apresentaram diferenças foram Out./2015, Jan./2016 e Fev./2016; além de Maio/2016 e Jun./2016 (Figura 3B).

Figura 3.

Valores de carbono orgânico do viveiro 01. A – Entrada/saída. B – Meio.

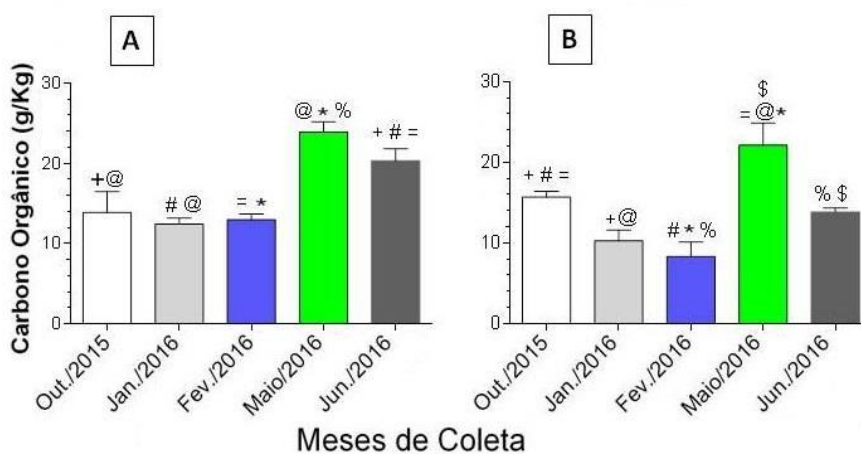


A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

Com relação ao viveiro 02 no ponto entrada/meio, os meses de Out./2015 e Fev./2016; Jan./2016 e Fev./2016; não apresentaram diferenças entre si, bem como os meses de Maio/2016 e Jun./2016 (Figura 4A). Para o ponto saída os meses que não apresentaram diferenças foram Out./2015 e Jun./2016; Jan./2016 e Fev./2016; além de Jan./2016 e Jun./2016 (Figura 4B).

Figura 4.

Valores de carbono orgânico do viveiro 02. A – Entrada/meio. B – Saída.



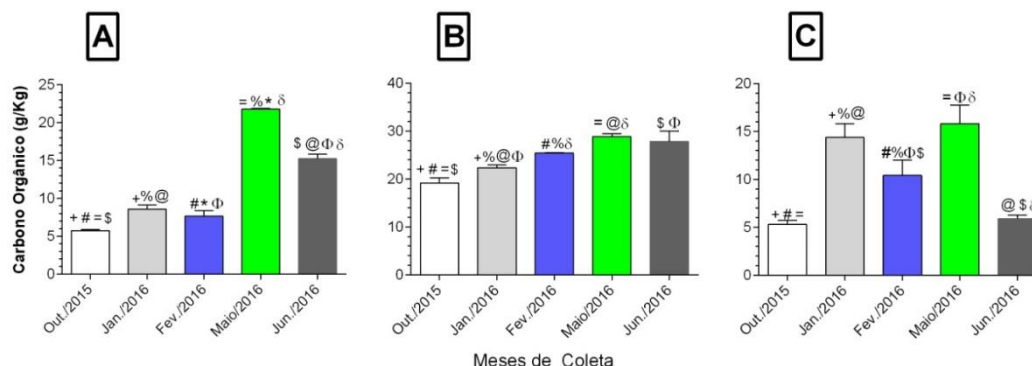
A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

No viveiro 03 no ponto entrada, somente os meses de Jan./2016 e Fev./2016 (Figura 5A); não apresentaram diferenças entre si. Para o meio do viveiro, apenas os meses de Fev./2016 e Jun./2016; Maio/2016 e Jun./2016 (Figura 5B); não apresentaram diferenças. Já no ponto saída foram nos meses de Out./2015 e Jun./2016; Jan./2016 e Maio/2016; Fev./2016

e Jun./2016; (Figura 5C); em que não houve diferenças.

Figura 5.

Valores de carbono orgânico do viveiro 03. A – Entrada. B – Meio. C – Saída.

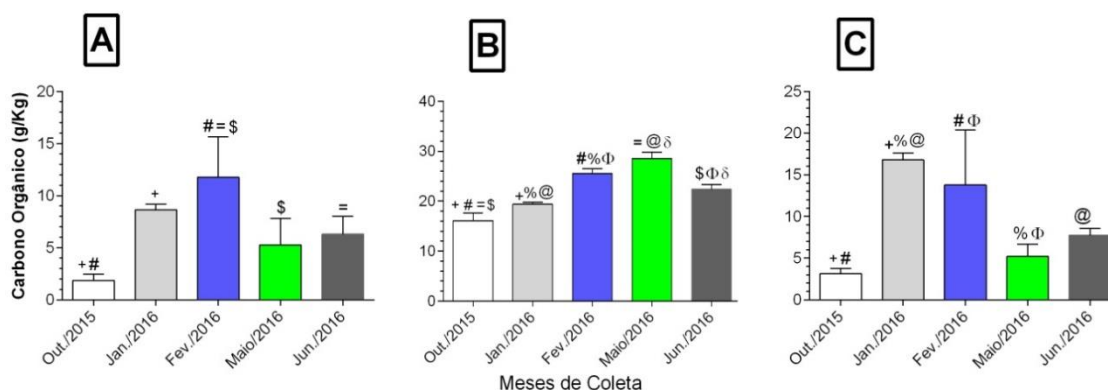


A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

No viveiro 04 no ponto entrada, os meses de Out./2015, Maio/2016 e Jun./2016 ; Jan./2016 e Fev./2016; Jan./2016, Maio/2016 e Jun./2016 (Figura 6A); não apresentaram diferenças entre si. Para o meio do viveiro, os meses de Jan./2016 e Jun./2016; Fev./2016 e Maio/2016 (Figura 6B); não apresentaram diferenças. O mesmo pode ser encontrado no ponto saída foram nos meses de Out./2015, Maio/2016 e Jun./2016; Jan./2016 e Fev./2016; Fev./2016 e Jun./2016 (Figura 6C); em que não houve diferenças.

Figura 6.

Valores de carbono orgânico do viveiro 04. A – Entrada. B – Meio. C – Saída.



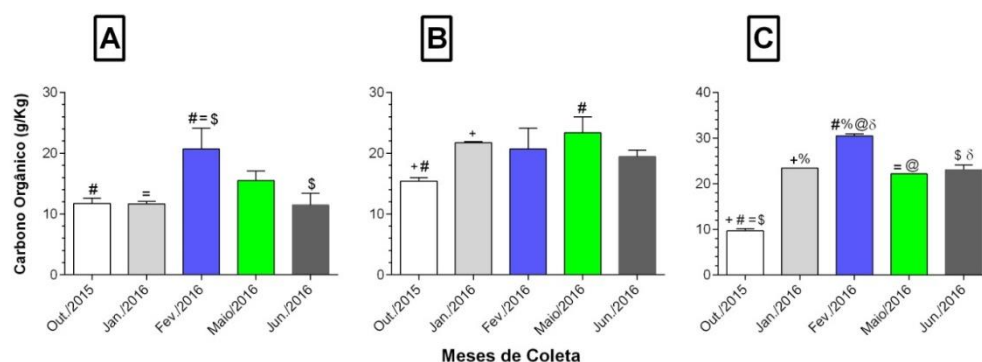
A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

Com relação ao viveiro 12 no ponto entrada, os meses de Out./2015 e Fev./2016; Jan./2016 e Fev./2016; apresentaram diferenças entre os meses observados (Figura 7A). Para o meio do viveiro, os meses de Out./2015 e Jan./2016, bem como os meses de Out./2015 e Maio/2016 (Figura 7B); apresentaram diferenças. Portanto, no ponto saída do mês de Out./2015 apresentou diferenças entre os meses de Jan./2016 – Fev./2016 – Maio/2016 – Jun./2016; Jan./2016 e Fev./2016; bem como o mês de Fev./2016 entre Maio/2016 –

Jun./2016 (Figura 7C), respectivamente.

Figura 7.

Valores de carbono orgânico do viveiro 12. A – Entrada. B – Meio. C – Saída.

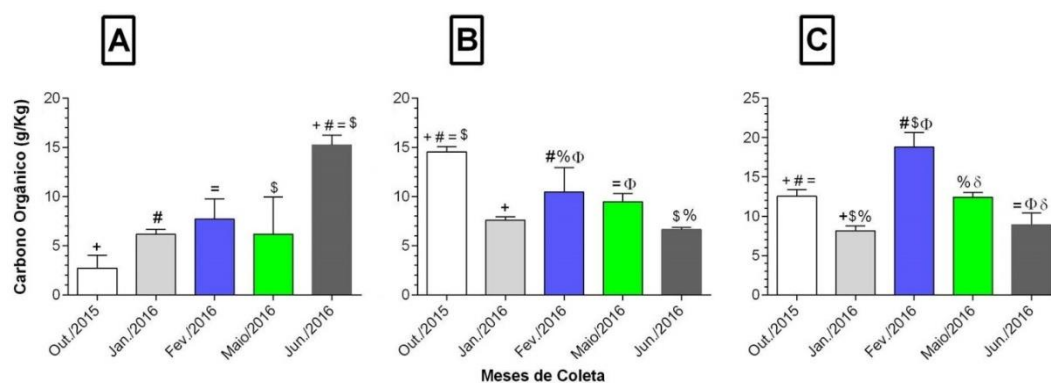


A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

Os resultados obtidos no viveiro 13 no ponto entrada, os meses de Out./2015 – Jan./2016 – Fev./2016 – Maio/2016 apresentaram diferenças significativas entre Jun./2016 (Figura 8^a). Para o meio do viveiro, o mês de Out./2015 apresentou diferença entre Jan./2016 – Fev./2016 – Maio/2016 – Jun./2016; bem como o mês de Fev./2016 entre Maio/2016 – Jun./2016 (Figura 8B), respectivamente. No entanto, no ponto saída o mês de Out./2015 apresentou diferenças entre Jan./2016 – Fev./2016 – Jun./2016; bem como o mês de Jan./2016 entre Fev./2016 – Maio/2016; além de Fev./2016 e Jun./2016; Maio/2016 e Jun./2016 (Figura 8C).

Figura 8.

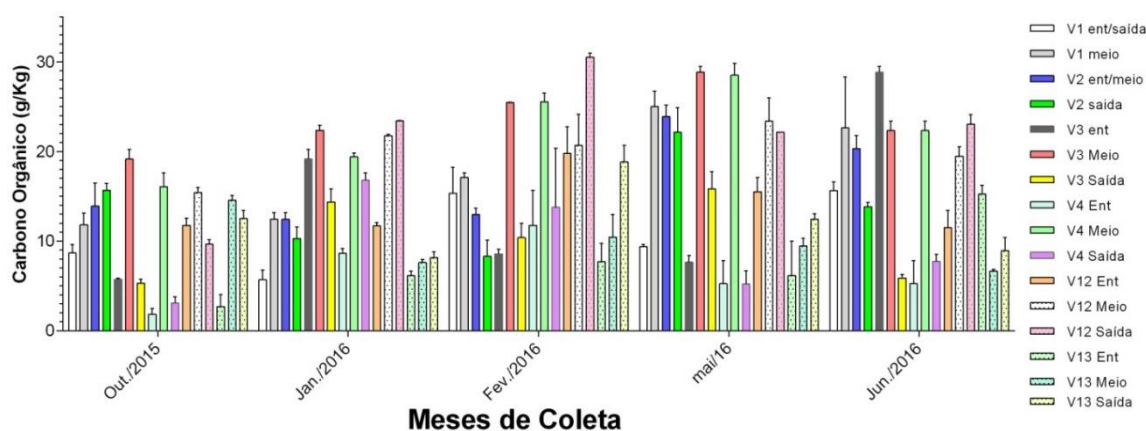
Valores de carbono orgânico do viveiro 13. A – Entrada. B – Meio. C – Saída.



A comparação entre os valores obtidos nos meses de coleta foi realizada através da análise da variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), as colunas seguidas pelos mesmos símbolos apresentam diferença significativa

A figura 9 expõe a variação do carbono orgânico nos viveiros e no decorrer do experimento, os resultados permitiram verificar que não houve um padrão de tempo e espaço para a concentração do carbono orgânico nos sedimentos coletados, sendo a menor concentração obtida no viveiro 13/entrada em out./2016 com o valor de 4,83 g/kg e o maior valor obtido no viveiro 12/saída em fev./2016.

Figura 9.
Variação das médias de carbono orgânico do sedimento.



Discussão

Na piscicultura as camadas de sedimentos dos viveiros são tão importantes quanto a qualidade da água, uma vez que as substâncias presentes nos sedimentos estão em equilíbrio de dissolução com a camada de água, ocorrendo assim troca dessas substâncias entre estas camadas (De Souza et al., 2021).

Ribeiro et al. (2012) citam que é comum existir em viveiros antigos de piscicultura o acúmulo de matéria orgânica devido aos vários ciclos de cultivo, apresentando maior fertilidade do solo decorrente da alimentação dos peixes onde as sobras de ração e a maior quantidade de excrementos, em função do maior tempo de permanência dos peixes.

Na piscicultura estudada (Piscicultura Vale do Rio Machado) o proprietário relatou não realizar a secagem dos tanques para retirada do excesso dos sedimentos de fundo, uma das Boas Práticas de Manejo (BPM) na piscicultura recomendadas por Boyd e Queiroz (2004), mas ao término da venda dos alevinos, dentro do manejo adotado pelo piscicultor em questão, está à calagem e adubação, que é realizada também quando se tem necessidade durante o cultivo.

O método de calagem adotado nesta piscicultura é o de aplicação direta de calcário agrícola sobre a superfície da água do viveiro no mês de fevereiro (entre duas a três semanas antes da introdução dos alevinos). O estudo realizado por De Queiroz et al. (2004b) demonstrou que o aumento do pH do sedimento se completou entre um a dois meses após a aplicação do calcário agrícola, e que este não afetou as camadas de sedimento abaixo de 8 cm.

Diante dos resultados de carbono orgânico do sedimento estudado, observa-se a existência da variabilidade e/ou instabilidade (Figura 9) dos mesmos durante os meses coletados (ciclo de cultivo), o que demonstrou que a aplicação do calcário agrícola não influenciou nestas variáveis, assim como as posições a “entrada”, “meio” e “saída” (pontos de

coleta) da água do viveiro não exerceram nenhuma influência quanto ao acúmulo deste no sedimento.

Todos os viveiros de alevinagem diferiram o seu comportamento tanto ao longo do período das coletas, como nas posições das coletas com relação ao carbono orgânico do sedimento, resultado semelhante foi obtido em estudo realizado por Barbora et al. (2015).

Segundo Ribeiro et al. (2005), o fato de que a ração ao ser lançada diariamente no mesmo local do viveiro, não há indícios de esta não decantar apenas no local de seu lançamento, ou seja, ocorre o dispersar na água em função do vento, o que reflete expressivamente na maior variabilidade da matéria orgânica e no aumento do carbono orgânico do sedimento de viveiros de piscicultura, uma vez que são compostos oriundos da excessiva carga de nutrientes (fezes, adubação orgânica, restos alimentícios, etc.) presente na água do cultivo.

No entanto, as partículas residuais suspensas na água ou aderidas ao sedimento dos viveiros são oriundas principalmente do carbono orgânico existente no mesmo, que por sua vez é favorecido consideravelmente com o aumento da carga orgânica presente no meio, e também devido ao manejo empregado nos tanques de alevinagem (calagem, secagem e adubação), de modo que, o monitoramento dos parâmetros químicos do sedimento torna-se imprescindível no controle da eutrofização existente em viveiros escavados com excesso de nutrientes (Rahman et al., 2008).

De acordo com Vinatea et al. (2006) os valores de pH são inversamente proporcionais aos valores de CO, sendo que esta relação pode ser explicada pelo fato de que durante o processo de decomposição dos compostos orgânicos há uma elevada demanda de O₂ (progressivo esgotamento de O₂), ou seja, quanto maior a concentração de CO no sedimento, maior será o consumo de O₂ para decompor esta carga de nutrientes e menor será o valor do pH do meio.

Outro trabalho que menciona os teores de CO é o de Barbosa et al. (2015), que ao realizarem estudo sobre o sedimento em sistema de produção de pintado amazônico demonstraram que em todos os viveiros analisados não houve diferença linear comportamental do CO ao longo do período das coletas.

Os resultados sugerem que a dinâmica do CO pode estar relacionada ao fluxo de água (corrente), de modo que, este promove a recirculação do sedimento no fundo do viveiro evitando que estes sejam significativamente cumulativos, pois de acordo com Boyd (2012) o fluxo de água no fundo do viveiro exerce grande relevância na decomposição dos nutrientes presentes no sedimento.

Por fim, para se manter os valores desejados dos parâmetros de qualidade dos viveiros de piscicultura, assim como, um ambiente propício para o crescimento dos alevinos é orientada como BPM que os sedimentos sejam removidos regularmente (Haque et al., 2013). De outra forma, o gerenciamento dos sedimentos removidos é uma preocupação, pois a eliminação

destes em locais inadequados além de ser uma ameaça ambiental é um desperdício de nutrientes (Muendo et al., 2014).

Conclusões

Os diferentes pontos de coleta não exerceram nenhuma influência quanto aos resultados obtidos referentes ao acúmulo de sedimento dentro dos viveiros de alevinagem.

A dinâmica do carbono orgânico e da matéria orgânica presente no sedimento, está interligada ao fluxo de água existente nos viveiros, que por sua vez promove a recirculação do sedimento no fundo destes, evitando que a carga orgânica seja cumulativa.

Agência financiadora

Os autores agradecem ao Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, a CAPES, *Campus* Presidente Médici da Fundação Universidade Federal de Rondônia e ao Sr. Silveira por permitir a realização das coletas de sedimento.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, D. S., Oliveira, M. D., Nascimento, F. L., & Silva, E. (2000). Avaliação da qualidade da água na piscicultura em tanques-rede, Pantanal, MS. *Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos Do Pantanal, Corumbá, MS. Anais. Corumbá*, 14p.
- Barbosa, P. T., Pereira, G., Porto, E. P., & Pires, T. (2015). Sistema de Produção de Pintado Amazônico: Caracterização das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento. *Enciclopédia Biosfera*, 11 (21), pp. 1736-1748.
- Brandão, C., Botelho, M. J. C. & Sato, M. I. Z. (2011) *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326p
- Brigante, J., Espíndola, E. L. G., Povinelli, J., & Nogueira, A. M. D. N. (2003). Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: Espíndola, E. L. G., Brigante, J. *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi Guaçu*. São Carlos: RiMa, pp. 55-76
- Boyd, C. E. (2012). *Bottom soils, sediment, and pond aquaculture*. (1995th edition). Springer Science & Business Media. 367p.
- Boyd, C. E., & Queiroz, J. D. (2004). Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: Cyrino, J. E. P., Urbinati, E. C., Fracalossi, D. M., Castagnolli, N. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*, São Paulo: TecArt, pp. 25-43.
- Claessen, M. E. C. (1997). Manual de métodos de análise de solo. *Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)*.

- Climate-data.org. *Clima de Presidente Médici*. <https://pt.climate-data.org/741mérica-do-sul/brasil/rondonia/presidente-medici-31796/>.
- Da Silva, F. C., & Da Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. (2ª ed.). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>
- De Queiroz, J. F., Nicolella, G., Wood, C. W., & Boyd, C. E. (2004). Métodos de calagem, acidez da água e do sedimento do fundo de viveiros de piscicultura. *Scientia Agricola*, 61 (5), pp. 469-475. a
- De Queiroz, J. F., Boeira, R. C., & Silveira, M. P. (2004). *Coleta e preparação de amostras de sedimentos de viveiros de aquicultura*. Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico. 17. Jaguariúna – SP, 5p. b
- De Queiroz, J. F., & Boeira, R. C. (2006). *Recomendações práticas para o manejo de sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura*. Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico. 37. Jaguariúna – SP, 6p
- De Souza, R. A. L., Takata, R., de Souza, A. D. S. L., da Silva Júnior, M. L., & da Silva, F. N. L. (2021). Caracterização de sedimentos em viveiros de piscicultura na Amazônia Oriental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10 (1), pp. 1-10 e41710111815-e41710111815.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Towards Blue Transformation. Rome. 266p. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Freitas, C. O., Oliveira, W. I., Silva, E. E., LEITE, E. S., & de Souza, R. H. B. (2021). Estudo de viabilidade econômica para o cultivo do peixe ornamental *Betta splendens* na região Central de Rondônia. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*. <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4880>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Censo Demográfico. Rio de Janeiro. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ro/presidente-medici.html>.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). Pesquisa da Pecuária Municipal. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>
- Haque, M. M.; Monira, M. S.; Salam, M. A.; Shinn, A. P., & Little, D. C. (2013) Use of Pangasius pond sediment for rooftop bag gardening: potential for rural-urban integrated aquaculture-horticulture. *Aquaculture Asia*, 18, pp. 21–23.
- Muendo, P. N., Verdegem, M. C., Stoorvogel, J. J., Milstein, A., Gamal, E. N., Duc, P. M., & Verreth, J. A. J. (2014). Sediment accumulation in fish ponds; its potential for agricultural use. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1 (5), pp. 228-241.
- Peixe BR. (2023). *Anuário de Piscicultura Brasileira 2023*. Associação Brasileira da Piscicultura: São Paulo, Brasil. 65p. <https://www.peixebr.com.br/anuario/>
- Rahman, M. M., Jo, Q., Gong, Y. G., Miller, S. A., & Hossain, M. Y. (2008). A comparative study of common carp (*Cyprinus carpio L.*) and calbasu (*Labeo calbasu Hamilton*) on bottom soil resuspension, water quality, nutrient accumulations, food intake and growth of fish in simulated rohu (*Labeo rohita Hamilton*) ponds. *Aquaculture*, 285, pp. 78-83.

- Ribeiro, P. A. P., Melo, D. C., Costa, L. S., & Teixeira, E. A. (2012). Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. *Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais*.
- Ribeiro, R. P., Sengik, E., Barrero, N. M. L., Ciola, A. L., Moreira, H. L. M., Sussel, F. R., Lupchinski Junior, E., & Benites, C. (2005) Coleta de amostras de sedimentos em viveiros de piscicultura. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27 (3), pp. 399-403.
- Siqueira, T. D. (2017). Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. *Boletim regional urbano e ambiental (IPEA)* p. 54.
- Vinatea, L., Malpartida, J. & Andreatta, E. R., (2006). Characterization of pH, organic carbon and redox potential in pond soils of semi-intensive culture of marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Boletim do Instituto de Pesca Sao Paulo*, 32 (1), pp. 25-30