

1 Avaliação das variáveis físicas e químicas da água em aquários de tilápia
2 *Oreochromis niloticus* sob diferentes condições experimentais

3 Murilo Henrique Tank Fortunato^{1*}  Humberto Fonseca Mendes²  Carmino Hayashi²  & Karoline Moreira Barbuio³ 

5 ¹Departamento de piscicultura Universidade Professor Edson José Velano, Alfenas-MG, Brasil.

6 ²Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de Alfenas Alfenas- MG, Brasil.

7 ³Departamento de Ciência Animal e Pastagens da Universidade de São Paulo Piracicaba-SP, Brasil

8 Recebido 20 fevereiro 2025 / Aceito 28 fevereiro 2025

9 Resumo

10 Este estudo avaliou as variáveis físicas e químicas da água, como: temperatura, oxigênio dissolvido, pH,
11 amônia total, dureza e nitrito em aquários de tilápia (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes condições
12 experimentais. Foram conduzidos três experimentos, com monitoramento contínuo das variáveis da água,
13 visando garantir condições adequadas para o desenvolvimento dos organismos. As análises estatísticas
14 incluíram análise de variância (Anova), análise de componentes principais (PCA) e agrupamento hierárquico
15 (clusterização), com o objetivo de identificar padrões e correlações entre as variáveis. Os resultados
16 demonstraram que todos os parâmetros avaliados permaneceram dentro dos limites recomendados para a
17 aquicultura, com destaque para a temperatura e o oxigênio dissolvido como os fatores mais influentes na
18 dinâmica do sistema. Este estudo reforça a importância do monitoramento contínuo das variáveis da água como
19 ferramenta essencial para a manutenção de condições ideais em aquários experimentais de tilápia.

20 **Palavras-chave:** correlações, dinâmica do sistema, monitoramento.

21 Abstract - Evaluation of physical and chemical water variables in tilapia *Oreochromis*
22 *niloticus* aquariums under different experimental conditions

23 This study evaluated the physical and chemical variables of water, including temperature, dissolved oxygen,
24 pH, total ammonia, hardness, and nitrite, in tilapia (*Oreochromis niloticus*) aquaria under different
25 experimental conditions. Three experiments were conducted with continuous monitoring of water variables to
26 ensure suitable conditions for the organisms' development. Statistical analyses included analysis of variance
27 (ANOVA), principal component analysis (PCA), and hierarchical clustering to identify patterns and correlations
28 among the variables. The results demonstrated that all evaluated parameters remained within the recommended
29 limits for aquaculture, with temperature and dissolved oxygen being the most influential factors in the system's
30 dynamics. This study reinforces the importance of continuous monitoring of water variables as an essential
31 tool for maintaining optimal conditions in experimental tilapia aquaria.

32 **keywords:** correlations, system dynamics, monitoring.

33 Resumen - Evaluación de las variables físicas y químicas del agua en acuarios de tilapia
34 *Oreochromis niloticus* bajo diferentes condiciones experimentales.

35 Este estudio evaluó las variables físicas y químicas del agua, como temperatura, oxígeno disuelto, pH,
36 amoníaco total, dureza y nitrito en acuarios de tilapia (*Oreochromis niloticus*) bajo diferentes condiciones
37 experimentales. Se llevaron a cabo tres experimentos con un monitoreo continuo de las variables del agua, con
38 el objetivo de garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo de los organismos. Los análisis estadísticos
39 incluyeron análisis de varianza (ANOVA), análisis de componentes principales (PCA) y agrupamiento
40 jerárquico (clusterización), con el propósito de identificar patrones y correlaciones entre las variables. Los
41 resultados demostraron que todos los parámetros evaluados se mantuvieron dentro de los límites recomendados
42 para la acuicultura, destacándose la temperatura y el oxígeno disuelto como los factores más influyentes en la
43 dinámica del sistema. Este estudio refuerza la importancia del monitoreo continuo de las variables del agua
44 como una herramienta para el mantenimiento de condiciones óptimas en acuarios experimentales de tilapia.

45 **Palabras clave:** correlaciones, dinámica del sistema, monitoreo.

*Autor Correspondente: M.H.T. Fortunato, email: mtank@live.com

46 Introdução

47 A qualidade da água é um dos pilares fundamentais para o sucesso da aquicultura, desempenhando um
 48 papel crucial na saúde, no crescimento e na sobrevivência dos organismos cultivados. Em sistemas de cultivo,
 49 como aquários experimentais, a manutenção das condições ideais da água é essencial para garantir o bem-estar
 50 dos peixes e maximizar a produtividade (Honorato et al., 2021).

51 Variáveis físicas e químicas, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia total, dureza e nitrito, são
 52 parâmetros-chave que influenciam diretamente o ambiente aquático e, consequentemente, o desempenho dos
 53 organismos cultivados, como a tilápia, *Oreochromis niloticus* (Melo et al., 2024).

54 A manutenção dessas variáveis dentro de faixas adequadas é fundamental para minimizar o estresse
 55 fisiológico nos peixes, prevenir surtos de doenças e promover um crescimento saudável. Nesse contexto, o
 56 monitoramento contínuo e a gestão eficiente da qualidade da água em sistemas de cultivo experimental tornam-
 57 se ferramentas indispensáveis para a aquicultura sustentável. Compreender as interações e correlações entre
 58 essas variáveis pode contribuir para otimizar as condições de cultivo e mitigar possíveis riscos (Fortunato et
 59 al., 2021).

60 Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar as variáveis físicas e químicas da água em sistemas de
 61 cultivo de tilápia em aquários experimentais, sob diferentes condições controladas, visando identificar padrões,
 62 correlações e possíveis desvios que possam comprometer a qualidade do ambiente aquático. Para isso, foram
 63 conduzidos três experimentos, com monitoramento sistemático das variáveis da água e análises estatísticas
 64 avançadas, a fim de fornecer subsídios para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis na aquicultura.

65 Material e Métodos

66 Local e Condições experimentais

67 O estudo foi realizado no setor de piscicultura da Universidade Professor Edson Antônio Vellano
 68 (Figura 1), situada em Alfenas, Estado de Minas Gerais, Brasil, entre novembro de 2019 e março de 2020
 69 (Fortunato et al., 2023). Os experimentos ocorreram em aquários de 40 litros conectados a um sistema de
 70 recirculação de água com temperatura controlada. O objetivo foi avaliar a predação de larvas de libélulas
 71 (Odonata: Libellulidae) sobre pós-larvas de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, considerando a presença
 72 ou ausência de insetos aquáticos da família Chironomidae como presas alternativas. Todos os procedimentos,
 73 bem como o uso dos peixes, foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade José do Rosário Vellano,
 74 sob o parecer nº 03 A/2019.

75
 76 **Figura 1.** Setor de
 77 Piscicultura da
 78 Universidade Professor
 79 Edson Antônio Vellano,
 80 Alfenas, Estado de
 81 Minas Gerais, Brasil
 82 (Fonte: Fortunato et al.,
 83 2021).



84 Coleta e análise dos Dados

85 As variáveis físicas e químicas da água, incluindo temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia total,
 86 dureza e nitrito, foram monitoradas utilizando kits Labcon Test. Todas as análises foram baseadas nas médias
 87 das variáveis, e os dados foram processados e analisados no software R.

88 As análises estatísticas incluíram Anova de dois fatores para comparar as médias das variáveis entre
 89 tratamentos e fases experimentais, análise de componentes principais (PCA) para identificar padrões e
 90 correlações entre as variáveis, e agrupamento hierárquico para agrupar tratamentos com características
 91 semelhantes.

92

93

94

95

96

97 Resultados e Discussão

98 Variáveis Físicas e Químicas da Água

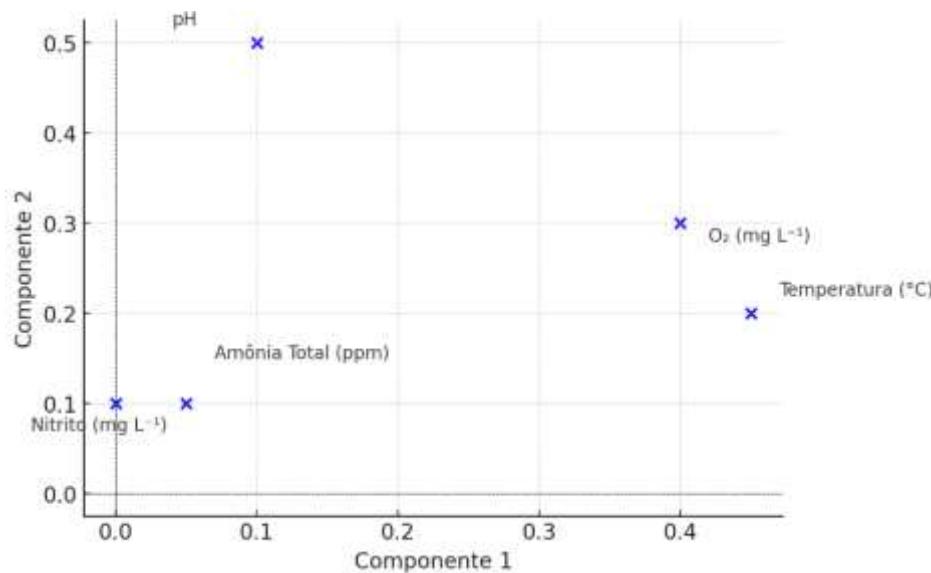
99 As variáveis físicas e químicas da água permaneceram dentro dos limites recomendados para a aquicultura
100 em todos os tratamentos e fases (Fortunato et al., 2023; Boyd e Tucker, 1998).

101 Análise de Componentes Principais (PCA)

102 A PCA revelou que a temperatura e o oxigênio dissolvido foram as variáveis mais influentes, explicando
103 65% da variância total nos dados (Figura 2). Os tratamentos da Fase 1 agruparam-se separadamente dos
104 tratamentos da Fase 2, indicando diferenças significativas nas condições experimentais entre as fases.

105

106 **Figura 2.** Gráfico de PCA
107 mostrando a distribuição dos
108 tratamentos com base nas
109 variáveis físicas e químicas.



110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

124 Análise de Agrupamento (clusterização)

125 A análise de cluster (Figura 3) mostrou que os tratamentos T1 e T2 (Fase 1) formaram um grupo distinto,
126 enquanto T3, T4 e T5 (Fase 2) agruparam-se separadamente. Isso sugere que as condições experimentais foram
127 consistentes dentro de cada fase, mas diferiram entre as fases.

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

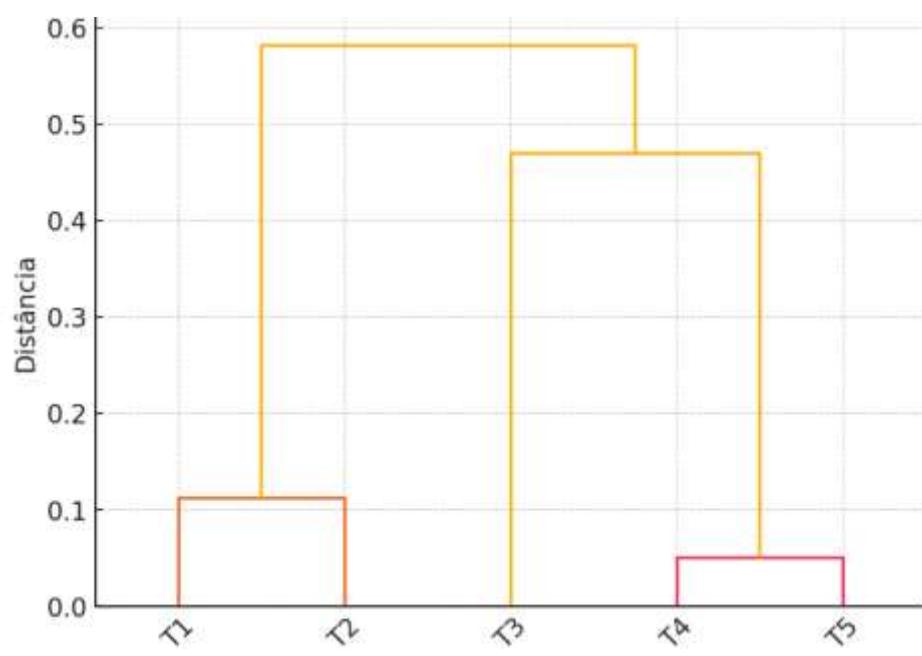
146

147

148

149

150



151 **Anova de dois fatores**

152 Os resultados da Anova de dois fatores, Tabela 1, demonstraram que algumas variáveis apresentaram
 153 diferenças estatisticamente significativas entre as fases do experimento, enquanto outras permaneceram
 154 estáveis. A significância estatística foi determinada pelo p-valor, sendo considerados significativos aqueles
 155 inferiores a 0,05, indicando uma diferença real entre os grupos analisados.

156 Entre os parâmetros avaliados, a temperatura e o oxigênio dissolvido mostraram variações significativas
 157 entre as fases, sugerindo que esses fatores foram influenciados pelas condições experimentais distintas em
 158 Fase 1 e Fase 2. Da mesma forma, a concentração de amônia total também apresentou diferenças significativas
 159 entre as fases, o que indica que esse parâmetro foi afetado pelas mudanças no experimento.

160 Por outro lado, variáveis como pH, dureza total e nitrito não exibiram diferenças estatisticamente
 161 significativas entre tratamentos ou fases, sugerindo que permaneceram relativamente estáveis ao longo do
 162 estudo. Esses resultados indicam que, enquanto alguns fatores ambientais foram sensíveis às condições
 163 experimentais, outros se mantiveram constantes, demonstrando uma certa resiliência às variações impostas
 164 pelo experimento.

165 **Tabela 1.** Resultados da
 166 Anova de Dois Fatores

Variável	Fator	F-Valor	p-Valor	Diferença Significativa?
Temperatura (°C)	Tratamento	1.50	0.230	Não
	Fase	4.00	0.050	Sim (*)
Oxigênio Dissolvido	Tratamento	2.50	0.100	Não
	Fase	6.40	0.030	Sim (*)
pH	Tratamento	1.00	0.450	Não
	Fase	1.00	0.340	Não
Amônia Total	Tratamento	2.50	0.100	Não
	Fase	4.00	0.050	Sim (*)
Dureza Total	Tratamento	0.00	1.000	Não
	Fase	0.00	1.000	Não
Nitrito	Tratamento	1.00	0.450	Não
	Fase	2.00	0.190	Não

182 Os resultados da Anova de dois fatores revelaram que as variáveis temperatura, oxigênio dissolvido e
 183 amônia total apresentaram diferenças significativas entre as fases do experimento, enquanto pH, dureza total
 184 e nitrito permaneceram estáveis. Esses achados indicam que certas condições ambientais foram influenciadas
 185 pelas mudanças experimentais, enquanto outras não sofreram alterações expressivas.

186 A diferença estatisticamente significativa observada na temperatura e no oxigênio dissolvido sugere que os
 187 fatores ambientais variaram entre as fases, possivelmente devido a mudanças nas condições operacionais ou
 188 no metabolismo dos organismos presentes no sistema, assim como menciona (Scopel et al., 2019).

189 O oxigênio dissolvido, por exemplo, pode ter sido impactado por variações na atividade biológica ou na
 190 taxa de aeração, refletindo diferenças nas demandas metabólicas entre as fases do experimento. Da mesma
 191 forma, a concentração de amônia total também apresentou variações significativas entre as fases, o que pode
 192 estar relacionado à dinâmica do ciclo do nitrogênio, influenciada por processos como excreção de organismos,
 193 degradação de matéria orgânica e eficiência da nitrificação ao longo do experimento.

194 Por outro lado, o pH, a dureza total e o nitrito não apresentaram diferenças estatisticamente significativas
 195 entre tratamentos ou fases, sugerindo que esses parâmetros permaneceram relativamente estáveis ao longo do
 196 estudo. A estabilidade do pH pode indicar um bom equilíbrio químico do meio, sem grandes oscilações que
 197 poderiam comprometer a saúde dos organismos (Kubitza, 1999). Já a ausência de variação na dureza total
 198 sugere que a composição mineral da água foi mantida, sem influência de fatores externos. O nitrito, um
 199 intermediário do ciclo do nitrogênio, também não sofreu alterações significativas, o que pode indicar que o
 200 processo de nitrificação ocorreu de maneira eficiente, sem acúmulo excessivo dessa forma nitrogenada.

201 A análise de cluster reforça esses achados, evidenciando que os tratamentos T1 e T2 (Fase 1) formaram um
 202 grupo distinto, enquanto os tratamentos T3, T4 e T5 (Fase 2) agruparam-se separadamente. Esse padrão sugere
 203 que as condições experimentais foram consistentes dentro de cada fase, mas diferiram entre as fases,
 204 confirmado as variações identificadas na Anova. A separação dos grupos indica que fatores ambientais como

205 temperatura, oxigênio dissolvido e amônia total foram determinantes na distinção entre as fases, destacando a
206 influência das condições experimentais sobre os parâmetros avaliados.

207 Esse resultado demonstram a complexidade das interações entre os fatores ambientais e a necessidade de
208 um controle rigoroso das condições experimentais. A identificação de variações em temperatura, oxigênio
209 dissolvido e amônia total reforça a importância da adoção de estratégias de manejo adequadas para minimizar
210 impactos negativos e garantir a estabilidade do sistema. Além disso, a estabilidade de outras variáveis sugere
211 que certos fatores podem ser menos sensíveis às mudanças experimentais, fornecendo uma base para a
212 manutenção da qualidade da água ao longo do tempo.

213 **Agradecimentos**

214 Somos gratos à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento do
215 projeto (processo nº 88882.365356 / 2019-01), à Universidade Professor Edson José Vellano pelo apoio e infraestrutura,
216 à empresa NewFish de Alterosa-MG pela doação dos peixes e à empresa Labcon pela doação dos kits para a medição da
217 qualidade da água.

218 **Referências**

- 219 Boyd, C.E. & Tucker, C.S. (1998). *Water quality requirements*. In: *Pond aquaculture water quality*
220 *management* (pp. 87–153). Kluwer Academic Publishers: Boston.
- 221 Melo, C.L., Carvalho, I., Fortunato, M.H.T., Natel, A.S., Nascimento, A.F., Pedreira, M.M. & Koch, J.F.A.
222 (2024). Growth performance, hematological and histological parameters of Nile tilapia larvae fed diets
223 supplemented with B-glucans and nucleotides. *Acta Biologica Brasiliensis*, 7(2), 254–278.
- 224 Fortunato, M.H.T., Mendes, H.F., Hayashi, C., Faria, L.R., Melo, C.L. & Ananias, I.M.C. (2021).
225 Levantamento de imaturos de libélulas (Insecta: Odonata) em tanques escavados de piscicultura na
226 mesorregião de Alfenas-MG. *Research, Society and Development*, 10(11), e363101119846.
- 227 Honorato, C.A., Dorce, L.S., Ziemniczak, H.M., Vasconcelos, F.A.B. & Santos, S.P. (2021). Bioativos de
228 plantas do cerrado na alimentação de peixes ornamentais. In: *Compostos bioativos e suas aplicações* (p.
229 226). Editora: Mérida. Canoas, Rio Grande do Sul
- 230 Kubitzka, F. (1999). *Qualidade da água na produção de peixes*. F. Kubitzka. Editora: Jundiaí.
- 231 Scopel, J.M., Cavalli, G.L., da Costa, F.M., Escandiel, C.J., Sogari, M.I.P., Schwantes, M.E. & Scur, L. (2019).
232 UCS Aquarium e a sensibilização ambiental para a preservação dos ecossistemas aquáticos. *Scientia Cum
233 Industria*, 7(1), 37–40.
- 234 Fortunato, M.T, Mendes, H.F, Hayashi, C, Faria, L.R, Faria, R, Melo, C.L. & Ananias, I.D.M.A. (2023).
235 Predation rate of dragonfly (Odonata: Libellulidae) on tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) and
236 the availability of alternative preys (Insecta: Diptera: Chironomidae) to increase fish survival. *Acta
237 Scientiarum: Biological Sciences*, 45.12 p.
- 238
- 239 Como citar o artigo:
- 240 Fortunato, M.H.T., Mendes, H.F. Hayashi, C. & Barbui, K.M. (2025). Avaliação das variáveis físicas e químicas
241 da água em aquários de tilápia *Oreochromis niloticus* sob diferentes condições experimentais. *Actapesca*, 22, 153-157.