UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS

Relação Parasito-Hospedeiro-Ambiente em Cultivo de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus)* em Tanques-Rede

CAROLINA KAZUE ELY ITO

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2024

Relação Parasito-Hospedeiro-Ambiente em Cultivo de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus)* em Tanques-Rede

Carolina Kazue Ely Ito

Orientadora: Prof. Dra. Juliana Rosa Carrijo Maud

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

I89r Ito, Carolina Kazue Ely

Relação Parasito-Hospedeiro-Ambiente em Cultivo de tilápia do nilo (Oreochromis niloticus) em Tanques-Rede [recurso eletrônico] / Carolina Kazue Ely Ito. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Juliana Rosa Carrijo Mauad.

TCC (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Aquicultura. 2. Monogenea. 3. Bioindicador. 4. Ecologia. I. Mauad, Juliana Rosa Carrijo. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Relação Parasito-Hospedeiro-Ambiente em Cultivo de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus)* em Tanques-Rede

Por

Carolina Kazue Ely Ito

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovado em: 06 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br
JULIANA ROSA CARRIJO MAUAD
Data: 12/12/2024 20:37:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Juliana Carrijo Mauad

Orientador – UFGD/FCBA

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCIA REGINA RUSSO
Data: 12/12/2024 19:50:31-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Márcia Regina Russo

Membro da banca – UFGD/FCBA

Documento assinado digitalmente
gov.br
LIDIANY DORETO CAVALCANTI
Data: 12/12/2024 16:38:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Lidiany Doreto Cavalcanti

Membro da banca - UEM

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo amor incondicional.

Ao meu pai, Carlos, e à minha mãe, Alice, por todo apoio, suporte e paciência.

Aos companheiros de laboratório Aline, Laiane, Lorena e Lucas pelo companheirismo e pelas trocas de aprendizado que tornaram o trabalho mais leve e divertido.

Aos meus amigos que a universidade me deu, Melissa, Matheus e Pedro, que transformaram essa jornada em algo muito mais especial e marcante. Sem vocês, essa etapa seria muito menos divertida.

À minha orientadora Professora Juliana, pelos ensinamentos que ultrapassam os limites do acadêmico e pela confiança em me oferecer esta oportunidade.

À Professora Márcia, pelo carinho, apoio e ensinamentos que levarei comigo para toda a vida.

À Lidiany, por sua ajuda e apoio essenciais para a realização deste trabalho, além de todas as outras contribuições incríveis que fez ao longo dessa jornada.

A todos os envolvidos nas coletas, pela dedicação e colaboração.

RESUMO

A aquicultura é uma alternativa sustentável para atender à crescente demanda por proteínas animais, conciliando produtividade e conservação ambiental. Neste contexto, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se como a principal espécie cultivada no Brasil, representando 65% da produção nacional. Este estudo, investigou a relação parasita-hospedeiro-ambiente em cultivos de tilápia em tanques-rede no Assentamento Itamarati, MS, com ênfase no grupo Monogenea, bioindicadores valiosos para o monitoramento ambiental. Foram realizadas três coletas mensais, totalizando 90 peixes, com análises dos parâmetros físico-químicos da água e da comunidade parasitária. Foram identificadas seis espécies de Monogenea, totalizando 374 parasitos, cuja abundância variou significativamente entre meses e locais, refletindo influências sazonais e ambientais. Parâmetros como pH, oxigênio dissolvido e comprimento padrão dos peixes mostraram-se determinantes para a abundância geral de parasitos. Espécies como *Cichlidogyrus sclerosus* e *Cichlidogyrus sp. 1* apresentaram comportamento generalista, destacando-se como potenciais bioindicadores, enquanto *Cichlidogyrus halli* e *Scutogyrus longicornis* exibiram maior independência das variáveis ambientais, sugerindo especializações ecológicas. Os resultados sugerem que mudanças ambientais influenciam significativamente a distribuição e abundância de Monogenea, destacando sua relevância para o monitoramento da qualidade ambiental e indicando a necessidade de manejo adequado nos sistemas de aquicultura para mitigar impactos e promover práticas de produção sustentáveis.

Palavras-chave: Aquicultura; monogenea; bioindicador; Ecologia.

ABSTRACT

Aquaculture emerges as a sustainable alternative to meet the growing demand for animal proteins, balancing productivity and environmental conservation. In this context, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stands out as the main species cultivated in Brazil, representing 65% of the national production. This study investigated the parasite- host-environment relationship in tilapia farming within cage systems at the Itamarati Settlement, MS, focusing on Monogenea parasites, valuable bioindicators for environmental monitoring. Three monthly collections were conducted, totaling 90 fish, with analyses of water physicochemical parameters and the parasitic community. Six Monogenea species were identified, totaling 374 parasites, whose abundance varied significantly across months and locations, reflecting seasonal and environmental influences. Parameters such as pH, dissolved oxygen, and fish standard length were found to be determinants of overall parasite abundance. Species like *Cichlidogyrus sclerosus* and *Cichlidogyrus sp. 1* exhibited generalist behavior, emerging as potential bioindicators, while *Cichlidogyrus halli* and *Scutogyrus longicornis* displayed greater independence from environmental variables, suggesting ecological specializations. The results confirm that environmental changes significantly influence the distribution and abundance of Monogenea, underscoring their relevance for environmental quality monitoring and highlighting the need for proper management in aquaculture systems to mitigate impacts and promote sustainable practices.

Keywords: Aquaculture; Monogenea; Bioindicator; Ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Assentamento rural Itamarati, distrito Nova Itamarati, Ponta Porã-MS. 12

Figura 2. Mapa geral das represas do assentamento rural Itamarati e identificação das 3 UD (L10, L8 e L4). 13

Figura 3. Espécies de monogenea identificadas nas represas das propriedades 1, 2 e 3. A) complexo copulatório e háptor de Cichlidogyrus halli; B) complexo copulatório e háptor de Cichlidogyrus sp. 1; C) complexo copulatório e háptor de Cichlidogyrus sclerosus; D) complexo copulatório e háptor de Cichlidogyrus thurstone copulatório e háptor de Cichlidogyrus tilapiae. 14

Figura 4. Variação da abundância de Monogenea entre as propriedades e meses. 15

Figura 5. Relação entre a abundância de Cichlidogyrus halli e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 16

Figura 6. Relação entre a abundância de Cichlidogyrus sclerosus e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 17

Figura 7. Relação entre a abundância de Scutogyrus longicornis e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 17

Figura 8. Relação entre a abundância de Cichlidogyrus thurstone e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 17

Figura 9. Relação entre a abundância de Cichlidogyrus tilapiae e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 18

Figura 10. Relação entre a abundância de Cichlidogyrus sp. 1 e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão). 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média dos parâmetros da qualidade de água registrados de fevereiro a agosto (propriedade 1 e 2) e fevereiro a abril (propriedade 3). 15

Sumário

INTRODUÇÃO.....10

OBJETIVO GERAL..... 11

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....11

METODOLOGIA..... 12

RESULTADOS..... 14

DISCUSSÃO..... 19

CONCLUSÕES..... 21

AGRADECIMENTOS.....22

REFERÊNCIAS..... 22

INTRODUÇÃO

A busca por práticas sustentáveis na produção de alimentos tem crescido nos últimos anos, tornando-se uma prioridade no cenário global (VERDEGEM et al., 2023). Nesse contexto, a aquicultura destaca-se como uma atividade essencial para atender à crescente demanda por proteína animal, aliando produção eficiente à necessidade de mitigar impactos ambientais. Com o aprimoramento de tecnologias e o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis, a aquicultura apresenta o potencial de integrar produtividade e conservação ambiental, consolidando-se como uma alternativa viável para o futuro da alimentação (ARUMUGAM et al., 2023).

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) pertencente à família Cichlidae, foi introduzida no Brasil no início da década de 1970, com o objetivo de repovoar açudes na região Nordeste (PROENÇA; BITTENCOURT, 1994). Desde então, a espécie tornou-se uma das mais importantes para a produção nacional. Esse destaque se dá pelo fato de a Tilápia possuir rápido crescimento, tolerância a diferentes condições ambientais e ampla aceitação no mercado. Para tanto, a tilápia está introduzida em diversos sistemas de produção intensivo, um deles, os tanques-rede (SCHULTER et al. 2018; VALERIO et al.,2021).

A tilápia destaca-se como o peixe mais cultivado na piscicultura brasileira, representando mais de 65% da produção nacional de peixes de cultivo e, em 2023, o Brasil produziu em torno de 440 mil toneladas, registrando um aumento de 7,6% em relação ao ano anterior, consolidando sua posição como o quarto maior produtor mundial da espécie (FAO, 2022; IBGE 2023). O crescimento exponencial da atividade no Brasil, reforça o potencial da aquicultura para combater a insegurança alimentar e a má nutrição, especialmente diante do crescimento de investimentos no setor (PEIXEBR, 2023; FAO, 2024).

O Brasil possui uma rica rede hidrográfica, que oferece grande potencial para diversas atividades sustentáveis, incluindo a aquicultura. Um exemplo é o Assentamento Itamarati, inserido na sub-bacia do Rio Ivinhema, pertencente à Bacia do Rio Paraná, onde o uso de reservatórios de água que antes do assentamento abasteciam pivôs de irrigação, atualmente , parte deles é utilizado para aquicultura como uma forma de integrar a produção animal com o uso eficaz da água, visando práticas de desenvolvimento sustentável (URCHEI et al., 2002; RORIZ et al., 2017; MAUAD et al., 2023)

Nesse contexto, a saúde dos peixes é um aspecto crucial para o sucesso da

aquicultura, e os ectoparasitos se destacam como principais parasitos que acometem os peixes, pois estão diretamente expostos ao ambiente externo, assim, apresentando uma resposta às condições ambientais semelhante aos organismos de vida livre. Essa característica os torna ferramentas valiosas para o monitoramento das interações ecológicas nos sistemas aquáticos (PAVANELLI et al., 2013). Entre eles, os parasitos, pertencentes à Classe Monogenea do Filo Platyhelminthes, são parasitos amplamente distribuídos que infestam peixes em todo o mundo. Apresentam alta especificidade, sendo comum que espécies de monogeneas estejam associadas a determinados gêneros ou famílias de hospedeiros (ROHDE, 2005; GILBERT e AVENANT-OLDEWAGE, 2021).

Embora Monogeneas possam causar danos em seus hospedeiros sob determinadas condições, estes parasitos têm se destacado também como bioindicadores, devido à sua sensibilidade às mudanças no ambiente. Além disso, sua resposta a fatores como poluição e alteração na qualidade da água torna esses parasitos importantes ferramentas para o monitoramento dos impactos ambientais (GILBERT e AVENANT-OLDEWAGE, 2021). Perante isso, o objetivo deste estudo é investigar a relação parasita-hospedeiro- ambiente, por meio das associações entre o parasitismo por Monogenea em tilápias, produzidas em tanques redes, com as variáveis físicas e químicas da água, local de cultivo e parâmetros de crescimento dos hospedeiros.

OBJETIVO GERAL

Investigar a relação parasito-hospedeiro no cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques- rede no assentamento Itamarati.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a comunidade de parasitos monogenéticos;
- Aferir os parâmetros físicos e químicos da água;
- Avaliar as variações temporais e espaciais na abundância de monogeneas.

METODOLOGIA

Foram realizadas três coletas mensais em cada unidade demonstrativa (UD) de tanques-rede no Assentamento Itamarati, situado no município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul (figura 1). As UD foram instaladas em três represas coleticas (figura 2) pertencentes ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), as quais ‘o projeto de extensão tecnológica e pesquisa “Centro de Desenvolvimento Rural (CDR)” da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) desenvolve atividades há 5 anos para demonstração da produção de peixes em tanques-rede para os agricultores familiares. (MAUAD et al., 2023) Em cada tanque das UD, foram coletados 10 peixes por vez, totalizando 90 peixes. A área de estudo está localizada nas coordenadas 22º32' de latitude Sul e 55º43' de longitude Oeste, dentro da sub-bacia do Rio Ivinhema, pertencente à Bacia do Rio Paraná. (LEMOS et al., 2000).

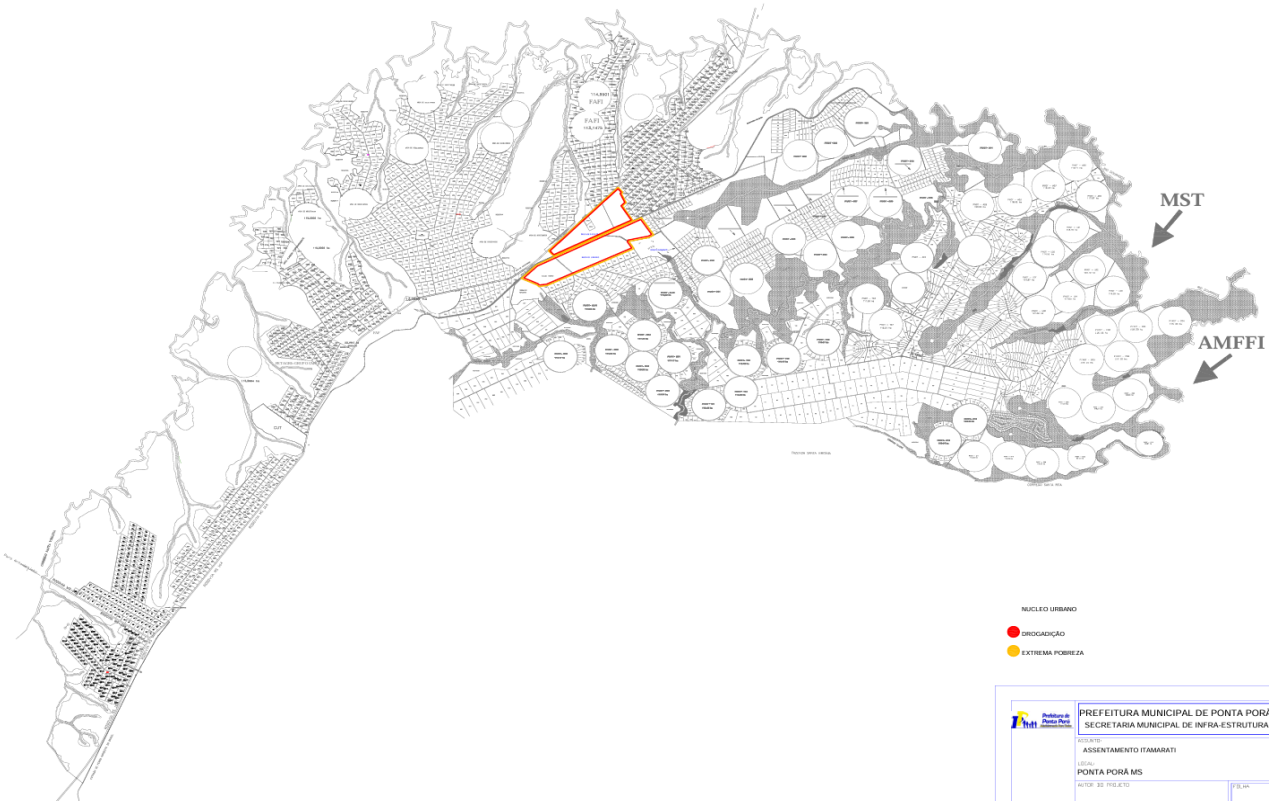

Figura 1. Assentamento rural Itamarati, distrito Nova Itamarati, Ponta Porã-MS.

Fonte: Prefeitura Municipal de Ponta Porã.

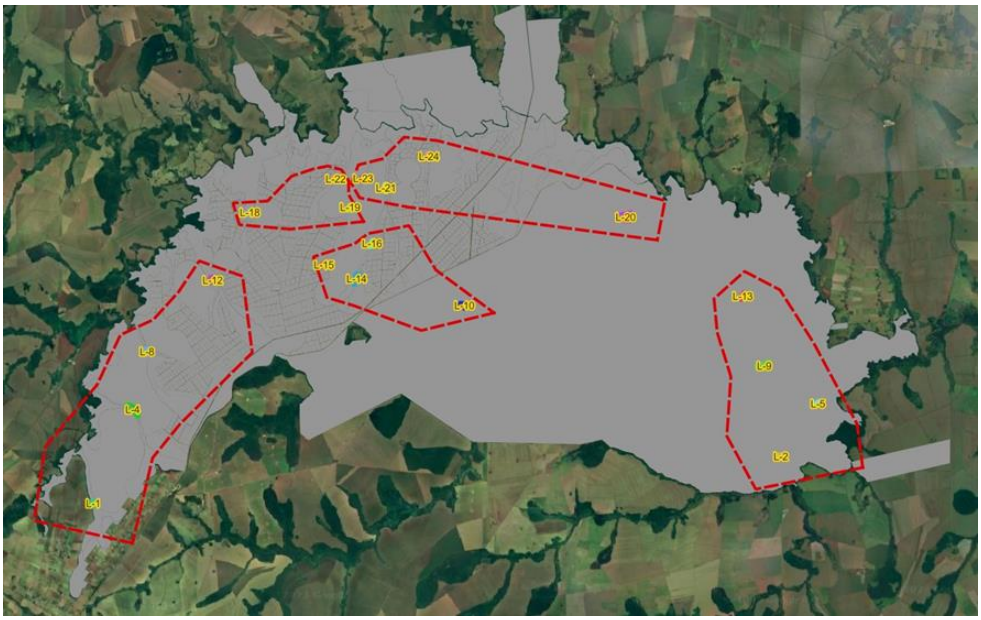

Figura 2. Mapa geral das represas do assentamento rural Itamarati e identificação das 3 UD (L10, L8 e L4).

Fonte: Projeto CDR-UFGD

O estudo foi aprovado previamente pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o número de protocolo 24001, garantindo que todos os procedimentos envolvendo a captura e o manejo dos peixes seguissem as diretrizes éticas e legais para o uso de animais em pesquisas científicas.

Após a captura, os indivíduos foram acondicionados em recipientes com água e, em seguida, receberam uma dose letal de eugenol (50 a 100 mg/L) (VIDAL et al., 2008). As brânquias dos peixes foram removidas e acondicionadas em uma solução de água e formol para preservar a integridade dos parasitos. A triagem foi realizada com o auxílio de uma lupa, e os monogeneas foram isolados utilizando pipetas e pinças. Os parasitos extraídos foram fixados em solução de formol a 4% (EMBRAPA, 2011).

Os parasitos fixados foram preparados em lâminas permanentes utilizando a solução Hoyer. A identificação foi baseada em características morfológicas específicas, como estruturas do haptor e do complexo copulatório, com o suporte de literatura especializada. A quantificação foi realizada registrando-se o número de parasitos encontrados em cada indivíduo. Foram aplicados índices ecológicos segundo Bush et al. (1997), permitindo avaliar os níveis de prevalência, intensidade média e abundância dos parasitos nos

hospedeiros.

Os parâmetros físicos e químicos da água foram medidos mensalmente, antes da coleta dos peixes. Temperatura, oxigênio dissolvido, pH foram medidos usando uma sonda multiparâmetro Hanna HI9829®, e a Amônia foi medida usando o teste colorimétrico AlfaKit® (www.alfakit.com.br).

Para a análise de dados, foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, para comparar a abundância geral de monogeneas entre os locais coletados e os meses de coleta. Para analisar a influência das variáveis físicas e químicas da água como pH, oxigênio dissolvido, amônia e temperatura e do comprimento padrão do hospedeiro, na abundância geral de monogenea e de cada espécie registrada, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado (GLM), com a família de distribuição binomial negativa. Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2021).

RESULTADOS

No total foram registrados 374 indivíduos de monogenea, pertencentes a seis espécies: *Cichlidogyrus halli* (20 indivíduos), *Cichlidogyrus sclerosus* (121 indivíduos), *Scutogyrus longicornis* (26 indivíduos), *Cichlidogyrus thurstone* (23 indivíduos), *Cichlidogyrus tilapiae* (72 indivíduos) e *Cichlidogyrus* sp. 1 (112 indivíduos). As estruturas de identiifcação de cada espécie estão demostradas na figura 3.

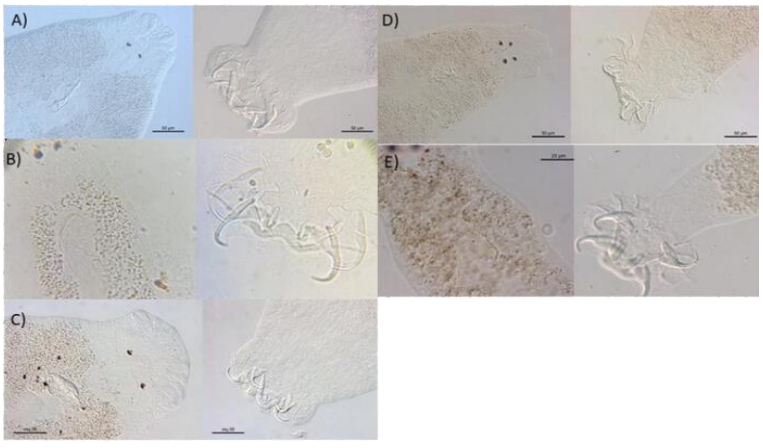

Figura 3. Espécies de monogenea identificadas nas represas das propriedades 1, 2 e 3. A) complexo copulatório e háptor de *Cichlidogyrus halli*; B) complexo copulatório e háptor de *Cichlidogyrus sp. 1*; C) complexo copulatório e háptor de *Cichlidogyrus sclerosus*; D) complexo copulatório e háptor de *Cichlidogyrus thurstone* copulatório e háptor de *Cichlidogyrus tilapiae*.

A Tabela 1 apresenta os valores médios dos parâmetros de qualidade da água registrados nas três propriedades ao longo do tempo: de fevereiro a agosto para as propriedades 1 e 2, e de fevereiro a abril para a propriedade 3.

Tabela 1. Média dos parâmetros da qualidade de água registrados de fevereiro a agosto (propriedade 1 e 2) e fevereiro a abril (propriedade 3).

Parâmetros	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Temperatura	27,9	27,4	30,3
pH	6,9	6,8	7,26
Oxigênio dissolviddo	7,98	8,29	8,25
Amônia	0,24	0,12	3,98

A abundância de monogenea variou significativamente tanto entre os locais quanto entre os meses analisados. O teste não paramétrico Kruskal-Wallis revelou um $\chi^2 = 9{,}9023$, com df = 3 e p = 0,019. A propriedade 3 apresentou um maior número de monogeneas, no entanto não houve diferenças significativas entre as propriedades ($\chi^2 = 5{,}83$, com df = 2 e p = 0,05).

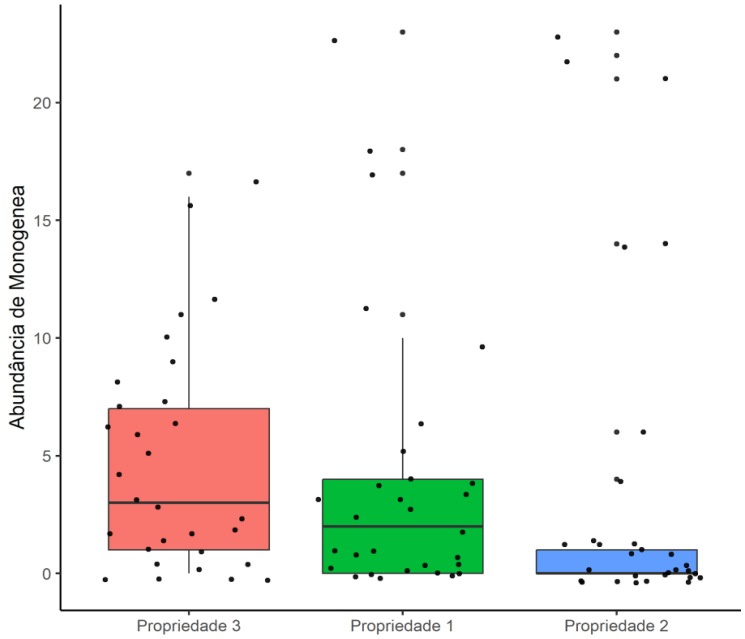

Figura 4. Variação da abundância de Monogenea entre as propriedades e meses.

A análise GLM revelou que as variáveis pH, oxigênio, amônia e comprimeno padrão apresentaram efeitos significativos sobre a abundância geral de monogeneas ($p < 0,01$). A temperatura, no entanto, não apresentou influência significativa ($p = 0,73$).

Para Cichlidogyrus Halli a única váriavel com efeito significativo foi amônia ($p = 0,02$). As demais variáveis não mostraram associações relevantes, com valores de p acima de 0,05.

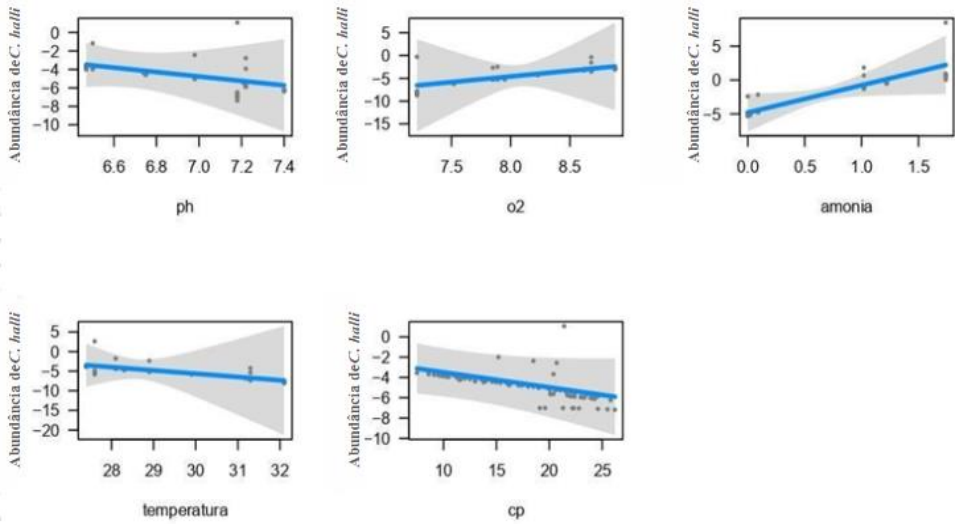

Figura 5. Relação entre a abundância de *Cichlidogyrus halli* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

A espécie *Cichlidogyrus sclerosus* apresentou forte associação com todas as variáveis analisadas, destacando ph, amônia, temperatura e comprimento padrão como os fatores mais significativos ($p < 0,001$). Além disso, Oxigênio dissolvido também foi significativ ($p < 0,01$).

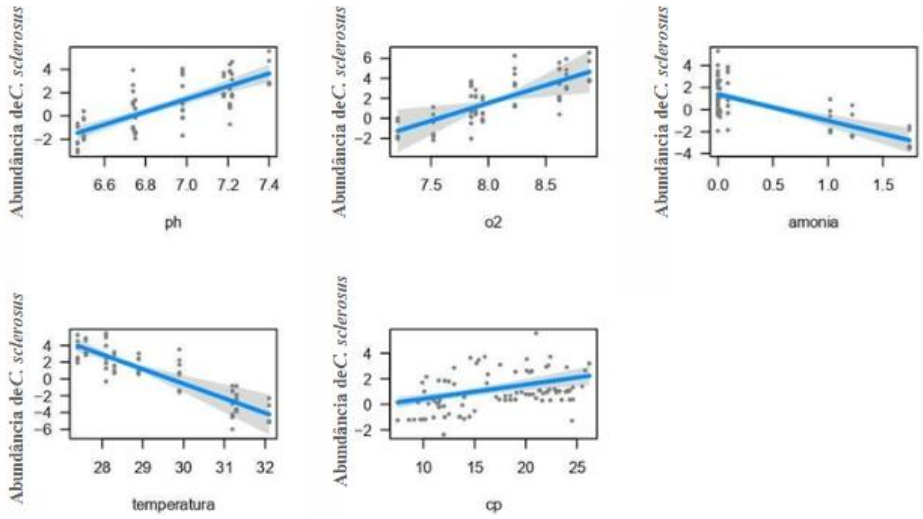

Figura 6. Relação entre a abundância de *Cichlidogyrus sclerosus* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

Para *Scutogyrus longicornis*, nenhum dos fatores testados (pH, oxigênio, amônia, temperatura e comprimento padrão) apresentou efeito significativo.

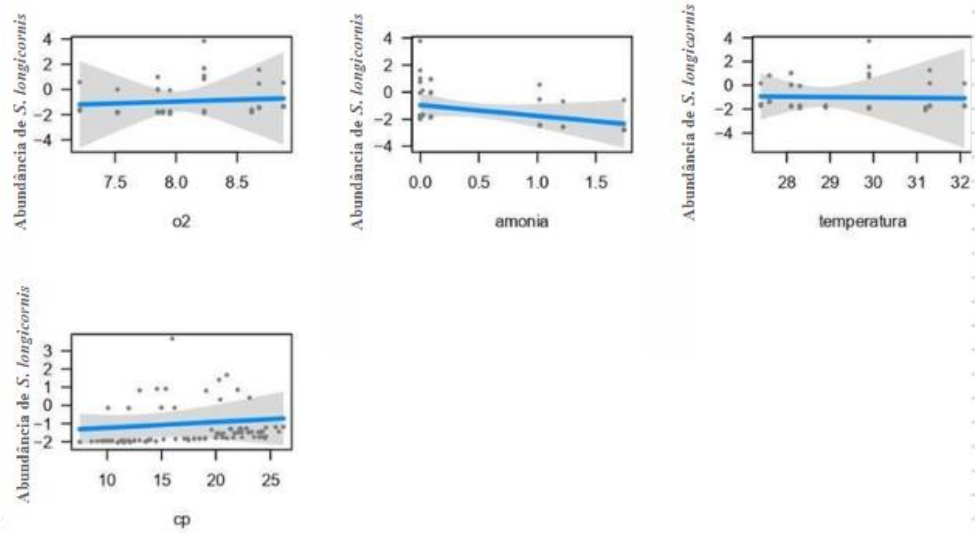

Figura 7. Relação entre a abundância de *Scutogyrus longicornis* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

Na análise de *Cichlidogyrus thurstone*, os fatores pH, amônia e comprimento padrão mostraram-se significativos (p = 0.0002353, p = 1.636e-06 e p = 0.0061009, respectivamente). Já as variáveis oxigênio e temperatura não tiveram efeito significativo (p = 0.2195180 e p = 0.6274135).

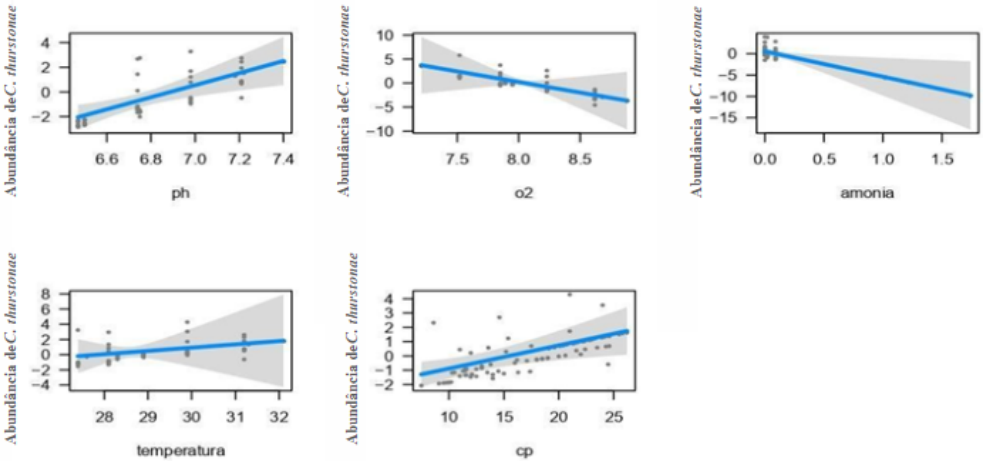

Figura 8. Relação entre a abundância de *Cichlidogyrus thurstone* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

Para *Cichlidogyrus tilapiae*, oxigênio (p = 0.011224), temperatura (p = 0.024360) e "cp" (p = 0.008105) foram significativos. Em contraste, pH (p = 0.759222) e amônia (p = 0.565015) não mostraram efeitos significativos sobre essa resposta biológica.

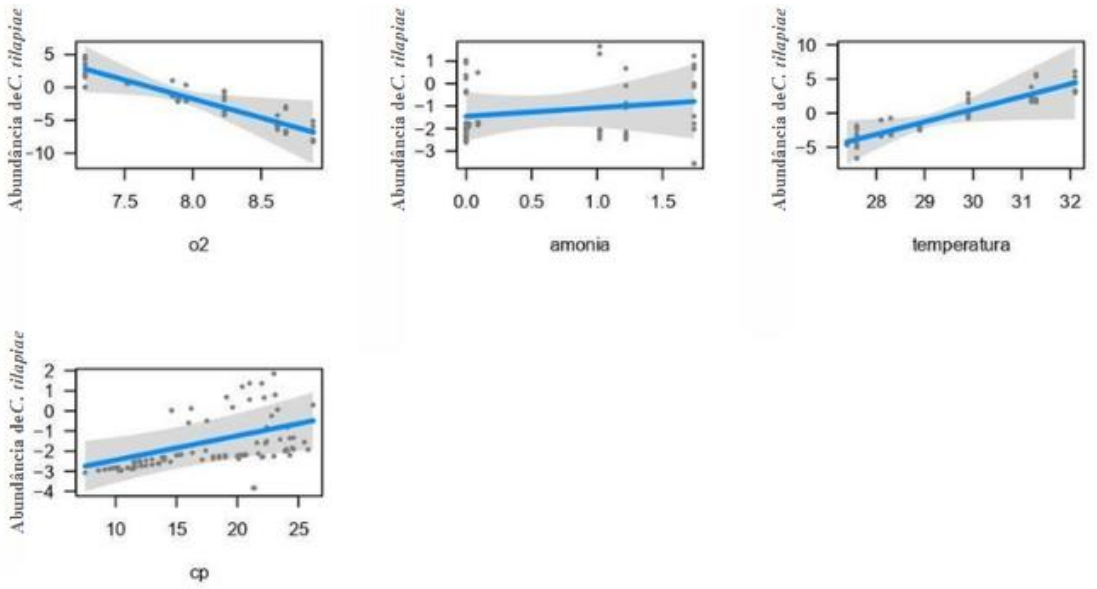

Figura 9. Relação entre a abundância de *Cichlidogyrus tilapiae* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

Para *Cichlidogyrus sp 1*, revelou resultados significativos para oxigênio (p < 7.064e-11), amônia (p < 1.032e-09), temperatura (p = 1.975e-08) e comprimento padrão (p < 2.2e-16), todos com valores de p extremamente baixos.

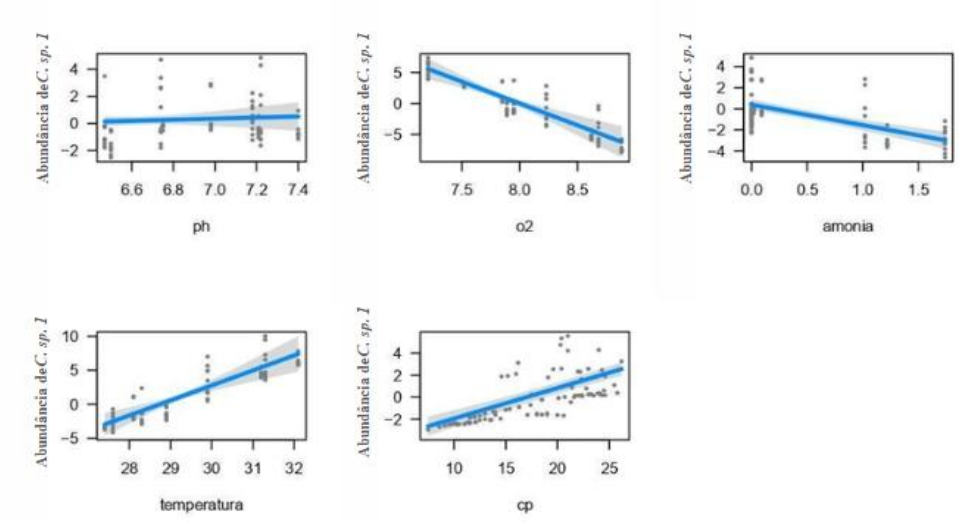

Figura 10. Relação entre a abundância de *Cichlidogyrus sp. 1* e variáveis ambientais e biológicas (pH, O_2, amônia, temperatura e comprimento padrão).

DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a qualidade da água estava dentro da faixa recomendada para a produção de peixes tropicais (BOYD e TUCKER, 1998) . Exceto pela amônia na propriedade que excedeu o valor recomendado de 0,06 (QUEIROZ, 2021).

A análise do teste não paramétrico Kruskal-Wallis revelou que a abundância de monogeneas variou de maneira significativa tanto entre os locais quanto entre os meses analisados, confirmando que ambas as variáveis influenciam a distruibuição desses parasitos. O teste revelou um p-valor menor que 0,05, assim apontando para uma diferença estatística significativa na abundância ao longo do tempo, sugerindo variações sazonais ou temporais na ocorrência desses parasitos.

Além disso, os resultados deste estudo evidenciaram uma relação consistente entre variáveis ambientais e a abundância de monogeneas, tanto em um contexto geral quanto entre espécies específicas. Parâmetros como pH, oxigênio dissolvido e comprimento padrão mostraram impacto significativo na abundância desses parasitos, indicando que mudanças químicas e biológicas no ambiente podem influenciar diretamente seu sucesso, conforme observado por Ojwala et al. (2018). De forma semelhante, Cavalcanti et al. (2020) ressaltou que a dinâmica populacional de monogeneas, especialmente de *Cichlidogyrus*, varia em resposta às alterações físico-químicas da água ao longo do ciclo de cultivo, com destaque para os efeitos de sazonalidade e poluição química e orgânica.

Esses resultados corroboram estudos que apontam os parasitos como bioindicadores da qualidade ambiental, uma vez que sua presença e abundância refletem as condições do habitat (MARCOGLIESE, 2005). Além disso, destacam que alterações nessas variáveis são determinantes para as variações na abundância das espécies analisadas.

As variações sazonais, como mudanças na temperatura e nos níveis de oxigênio dissolvido, impactam significativamente a ocorrência de parasitos em peixes (ALY et al., 2024). Altas temperaturas podem causar estresse nos peixes, tornando-os mais suscetíveis a infecções parasitárias, enquanto períodos secos favorecem a proliferação desses organismos (CHAPMAN et al., 2000; ALY et al., 2020).

O oxigênio dissolvido, por sua vez, é uma variável importante, pois níveis reduzidos estão associados ao estresse metabólico, enfraquecendo o sistema imunológico dos peixes e facilitando infecções parasitárias (MARTINS et al., 2014). Sua disponibilidade na água está diretamente ligada à desnidade de estocagem, ao tipo de estocagem, ao tipo de sistemas de

criação utilizados e às práticas de manejo dos viveiros. Além de ser crucial para as funções fisiológicas dos peixes, o nível do oxigênio dissolvido também pode influenciar o desenvolvimento e proliferação de parasitas em peixes de água doce (JERÔNIMO et al., 2022)

A temperatura também influencia fatores importantes no ciclo de vida dos parasitos, como o desenvolvimento, a reprodução e o estágio infectante. A eclosão de ovos de monogenea, por exemplo, ocorre mais rapidamente com o aumento da temperatura, conforme descrito por Flores-Crespo et al. (1992) e Paperna (1996). Além disso, estudos de Karvonen et al. (2013) e Awharitoma e Ehigiator (2019) reforçam a influência das condições ambientais na dinâmica parasitária.

As mudanças climáticas afetam diretamente os sistemas agroalimentares, com padrões de precipitação e temperaturas cada vez mais variáveis, além de uma maior frequência de eventos extremos, como secas. Em áreas de estresse hídrico, como na propriedade 3, a seca reduziu o corpo d'água durante o período de coleta, aumentando a proximidade entre os hospedeiros e favorecendo a proliferação dos monogeneas. Segundo a FAO (2022), fatores como desmatamento, manejo inadequado do solo, produção pecuária e desperdício de alimentos intensificam as emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global e agravando esses impactos.

Além disso, o comprimento padrão dos hospedeiros, *Oreochromis niloticus*, mostrou-se diretamente correlacionado com a abundância da maioria das espécies de monogeneas. Isso pode ocorrer pelo fato dos hospedeiros maiores oferecerem maior área de fixação para os parasitos, ou seja, maiores brânquias (CAVALCANTI et al., 2020). Além disso oferecem maior quantidade de recursos, como sangue e muco (LUQUE, 2004; AKOLL et al., 2012). Akoll et al. (2012) destaca que peixes de maior tamanho geralmente apresentam maior carga parasitária, especialmente em sistemas com alta densidade populacional. Esse fenômeno também está associado ao maior tempo de exposição dos peixes maiores aos parasitas ao longo de sua vida, bem como à maturidade sexual, que pode estar ligada a alterações hormonais que afetam negativamente o sistema imunológico (BERTAGLIA et al., 2023).

A análise específica das espécies revelou respostas associadas às suas ecologias e adaptações. Por exemplo, *C. sclerosus* apresentou variações significativas em todas as

variáveis, enquanto *C. sp. 1* mostrou variações em quase todas, exceto no pH, indicando comportamento generalista em resposta às condições ambientais. A espécie *C. sclerosus*, já é reconhecida como um bioindicador conforme evidenciado por Sanchez-Ramirez et al. (2007). Dessa forma, os resultados deste trabalho corroboram essa característica. Por outro lado, *C. sp1*, que demonstrou um comportamento similar, surge como um candidato promissor para estudos futuros que visem validar seu potencial como bioindicador.

As espécies *C. halli* e *S. longicornis* demonstraram baixa dependência das variáveis ambientais, o que pode estar relacionado à sua baixa abundância. Cavalcanti (2020) também observou esse mesmo comportamento para *C. Halli*, onde apenas a amônia influenciou significativamente a sua abundância. As demais variáveis (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e comprimento padrão) não mostraram associações relevantes, com valores de p acima de 0,05. Enquanto *S. longicornis* não foi significativamente afetada por nenhuma variável analisada. Isso sugere que, no contexto dessa resposta biológica, as variávies analisadas não afetaram de maneira relevante sua presença ou abundância. Essa baixa dependência das variáveis ambientais pode refletir uma especialização ecológica ou adaptações que permitam a sobrevivência dessas espécies.

Já as espécies *C. tilapiae* e *C. thurstonae* apresentaram uma dependência moderada das variáveis ambientais e biológicas, especialmente oxigênio, amônia e comprimento padrão. Esses resultados sugerem que essas váriaveis são determinantes para as variações observadas dessa espécie.

CONCLUSÕES

Este estudo reforça a relevância dos monogeneas como bioindicadores ambientais, destacando a influência de variáveis como pH, oxigênio dissolvido e comprimento padrão na abundância parasitária. Além disso, a análise sazonal e o impacto das mudanças climáticas evidenciam a complexa interação entre fatores ambientais e biológicos. As espécies apresentaram diferentes graus de sensibilidade às variáveis, com destaque para *C. sclerosus* e *C.* sp. 1, que se mostram promissores como bioindicadores. Esses achados contribuem para o entendimento da ecologia parasitária em sistemas aquáticos e oferecem subsídios para práticas sustentáveis em aquicultura. Para aprofundar o entendimento sobre essa dinâmica, estudos futuros poderiam explorar a influência de outras variáveis ambientais ou simular cenários de aquecimento global, considerando como essas mudanças podem impactar a ecologia parasitária e seu papel como indicadores ecológicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da Prefeitura Municipal de Ponta Porã, através do convênio com o Projeto CDR, o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) através do financiamento do Projeto Piscicultura familiar sustentável: projeto piloto no assentamento rural Itamarati, ao CNPq, FUNDECT e UFGD.

REFERÊNCIAS

AKOLL, P.; FIORAVANTI, M. L.; KONECNY, R.; SCHIEMER, F. **Infection dynamics of *Cichlidogyrus tilapiae* and *C. sclerosus* (Monogenea, Ancyrocephalinae) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) from Uganda**. *Journal of Helminthology*, v. 86, n. 3, p. 302-310. DOI: 10.1017/S0022149X11000411. 2012.

ALY, S. M. et al. **Exploring the relationship between water quality, parasitic infestation, and pathological alterations in Tilapia fish**. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, v. 28, n. 3, p. 191–209, 2024.

ARUMUGAM, M. et al. **Recent advances in Tilapia production for sustainable developments in Indian aquaculture and its economic benefits**. *Fishes*, v. 8, n. 4, p. 176, 2023.

AWHARITOMA, A. O., EHIGIATOR, F. A. R. **Effects of Climatic Changes on Fish Diversity and Abundance and Prevalence of Fish Parasitic Infections in Southern Nigeria**. *NISEB Journal*, v. 17, n. 3, 2019.

BERTAGLIA, E. DE A. et al. **Influence of seasonality and culture stage of farmed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) with monogenean parasitic infection**. *Animals: an open access journal from MDPI*, v. 13, n. 9, 2023.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Water quality and aquaculture: Preliminary considerations. Em: **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Boston, MA: Springer US, 1998. p. 1–7.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. **Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited**. *Journal of Parasitology*, p. 575-583, 1997.

CAVALCANTI, L. D. et al. **Responses of monogenean species to variations in abiotic parameters in tilapiculture**. *Journal of Helminthology*, v. 94, n. e186, p. e186, 2020.

CHAPMAN, L. J.; LANCIANI, C. A.; CHAPMAN, C. A. **Ecology of a diplozoon parasite on the gills of the African cyprinid *Barbus neumayeri***. *African Journal of Ecology*, v. 38, p. 312–320, 2000.

CIRCULAR TÉCNICA (EMBRAPA **Métodos para coleta de parasitos de peixes.** ONLINE). Macapá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2011

INTITUDO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agropecuária**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tilapia/br. Acesso em: 2 dez. 2024.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Strategy on Climate Change 2022–2031**. [s.l.]: FAO, 2022.

FLORES-CRESPO, J. et al. **Variación estacional de *Dactylogyrus* sp. en dos unidades productoras de tilapia del estado de Morelos**. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, v. 30, n. 2, p. 109-118, 1992.

GILBERT, B. M.; AVENANT-OLDEWAGE, A. **Monogeneans as bioindicators: A meta-analysis of effect size of contaminant exposure toward Monogenea (Platyhelminthes)**. *Ecological Indicators*, v. 130, p. 108062, 2021.

JERÔNIMO, G. T., da Cruz, M. G., Bertaglia, E. D. A., Furtado, W. E., & Martins, M. L. **Fish parasites can reflect environmental quality in fish farms**. *Reviews in Aquaculture*, 14(3), 1558-1571, 2022.

KARVONEN, A., KRISTJÁNSSON, B.K., SKÚLASON, S., LANKI, M., RELLSTAB, C. & JOKELA, J. **Water temperature, not fish morph, determines parasite infections of sympatric Icelandic threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*)**. *Ecology and Evolution*, 3, 1507-1517, 2013.

LEMOS, M. A.; GARCIA, J. C.; VALE, C. E. G. do; TOYAMA, H. A.; ABRAHÃO, I. S. **Laudo de avaliação Fazenda Itamarati**. [S.l.]: INCRAMS, 63 p., 2000.

LUQUE, J. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. 2004.

MARCOGLIESE, D. J. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? **International journal for parasitology**, v. 35, n. 7, p. 705–716, 2005.

MARTINS, M.; SÁ, A.; JERÔNIMO, G.; TANCREDO, K.; GONÇALVES, E.; BAMPI, D.; SPECK, G.; SANDIN, A. **Microhabitat preference and seasonality of gill monogeneans in Nile tilapia reared in Southern Brazil**. 2014.

MAUAD, J. R., MUSSURY, R. M., CALDAS, F. ***Centro de Desenvolvimento Rural do Itamarati - Relatos e Vivências Volume 2***. [s.l.] Seriema, 2023.

OJWALA, R. A.; OTACHI, E. O.; KITAKA, N. K. **Effect of water quality on the parasite assemblages infecting Nile tilapia in selected fish farms in Nakuru County, Kenya**. *Parasitology Research*, v. 117, p. 3459-3471, 2018.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Informe da FAO: **A produção mundial de pesca e aquicultura atinge novo recorde histórico**. Disponível em: https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1696371/.

PAPERNA, I. **Parasites, infestations and diseases of fishes in Africa**. 220p. CIFA Technical Paper, n 31. Roma, Italy, 1996.

PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Eduem, 2013. 452 p.

PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura de 2023. 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-emaquicultura/publicacoes/anuario-peixebr-da-piscicultura. Acesso em: 6 de nov. de 2024

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília, DF: IBAMA, 1994. 196 p.

QUEIROZ, J. F. DE et al. **Manejo alimentar e da qualidade da água na produção de tilápia-do-nilo** (*Oreochromis niloticus*). *Embrapa Meio Ambiente*, 2021.

ROHDE, K. ***Marine parasitology*.** Wallingford: CABI Publishing, 2005.

RORIZ, G. D. et al. **Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil**. *Aquaculture Reports*, v. 6, p. 43–48, 2017.

R Core Team. R: a language and environment for statistical computing [online]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. Available from http://www.Rproject.org.

SANCHEZ-RAMIREZ, C. et al. ***Cichlidogyrus sclerosus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) and its host, the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as bioindicators of chemical pollution**. *The Journal of Parasitology*, v. 93, n. 5, p. 1097–1106, 2007.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil**. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 16, n. 2, p. 177–201, 2018.

URCHEI, M. A. et al. **Caracterização Edafoclimática do Assentamento Itamarati, MS, e Análise Socioeconômica Regional**. Embrapa, n. November, p. 50, 2002.

VALERIO, L.; DELÉO RODRIGUES, A. **Tilapicultura: Perspectivas e produção em tanques-rede.** *Revista Interface Tecnológica*, v. 18, n. 2, p. 487–499, 2021.

VERDEGEM, M. et al. **The contribution of aquaculture systems to global aquaculture production**. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 54, n. 2, p. 206–250, 2023.

VIDAL, L. V. O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069–1074, 2008.