

Artigo

Densidade de larvas de Odonata e oferta de Chironomidae predizem a sobrevivência de pós-larvas de tilápia-do-nilo

Odonate larval density and Chironomidae availability predict the survival of Nile tilapia post-larvae

Murilo Henrique Tank Fortunato* 

Recebido: 10 set. 2026

Aceito: 14 out. 2026

Publicado: 29 out. 2026

Universidade José do Rosário Vellano 

*mtank@live.com



Copyright: trabalho de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição Creative Commons, que permite aos usuários copiarem e distribuírem o material em qualquer meio ou formato, apenas em sua forma original, para fins não comerciais e desde que seja feita a devida atribuição ao criador.



Resumo: Larvas de Odonata podem comprometer a sobrevivência de pós-larvas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), causando perdas na fase inicial de criação. Este estudo avaliou a influência da densidade e do gênero desses predadores e da oferta de Chironomidae sobre a sobrevivência das pós-larvas. Foram utilizados dados de seis fases experimentais conduzidas entre novembro de 2019 e março de 2020, em Alfenas, Minas Gerais. A base reuniu 118 unidades experimentais, das quais 73, provenientes dos ensaios de densidade, compuseram os modelos principais. A sobrevivência foi analisada por modelo binomial; a predação, por modelo binomial negativo; e a redução da predação, por bootstrap com 2.000 reamostragens. A densidade elevou a predação ($\chi^2 = 50,90$; $p < 0,001$) e reduziu a sobrevivência ($\chi^2 = 269,94$; $p < 0,001$), com maior pressão por *Miathyria* do que por *Erythemis*. A oferta de Chironomidae esteve associada a reduções descritivas da predação de 53,4–62,4% para *Miathyria* e de até 50,0% para *Erythemis*. A redução média foi de 6,31 pós-larvas por aquário (IC95% BCa: 2,15–10,29). A Random Forest apresentou acurácia de 90,5% e AUC de 0,963. Os resultados indicam que o risco de predação depende principalmente da densidade e do gênero do predador e que Chironomidae pode atuar como presa alternativa, embora sua aplicação em viveiros exija validação produtiva e sanitária.

Palavras-chave: aquicultura, controle ecológico, insetos aquáticos, *Oreochromis niloticus*, predação.

Abstract: Odonata larvae can compromise the survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) post-larvae, causing losses during early rearing. This study assessed the effects of predator density and genus and the provision of Chironomidae on post-larval survival. Data were obtained from six experimental phases conducted between November 2019 and March 2020 in Alfenas, Minas Gerais, Brazil. The dataset comprised 118 experimental units, of which 73 from the density trials were included in the main models. Survival was analyzed using a binomial model, predation using a negative binomial model, and the reduction in predation using bootstrap analysis with 2,000 resamples. Increasing predator density increased predation ($\chi^2 = 50.90$; $p < 0.001$) and reduced survival ($\chi^2 = 269.94$; $p < 0.001$), with greater predation pressure exerted by *Miathyria* than by *Erythemis*. The provision of Chironomidae was associated with descriptive reductions in predation of 53.4–62.4% for *Miathyria* and up to 50.0% for *Erythemis*. The mean reduction was 6.31 post-larvae per aquarium (95% BCa CI: 2.15–10.29). The random forest model achieved an accuracy of 90.5% and an AUC of 0.963. The results indicate that predation risk depends primarily on predator density and genus and that Chironomidae may serve as alternative prey, although its use in production ponds requires validation under production conditions and assessment of sanitary risks.

Keywords: aquaculture, ecological control, aquatic insects, *Oreochromis niloticus*, predation.

Introdução

A larvicultura constitui uma etapa sensível da produção aquícola, pois peixes recém-eclodidos apresentam reduzida capacidade de fuga e elevada vulnerabilidade às oscilações ambientais, à competição e à predação. Em viveiros escavados, a colonização por insetos aquáticos pode ocorrer antes ou logo após o povoamento e transformar organismos ecologicamente relevantes em fontes de perda produtiva. Entre esses insetos, as larvas de Odonata são predadores visuais capazes de capturar larvas, pós-larvas e alevinos de peixes¹.

Levantamentos em viveiros da mesorregião de Alfenas, Minas Gerais, registraram 692 imaturos de Odonata pertencentes a 12 gêneros, com predominância de *Miathyria* e *Erythemis*². Estudos em viveiros aquícolas também demonstram que características ambientais e o manejo influenciam as assembleias de libélulas e sua ocorrência^{3,4}. A intensidade da predação não depende apenas da presença do predador. O tamanho corporal, densidade, disponibilidade de presas, estrutura do habitat e comportamento de forrageamento modificam a taxa de encontro e o sucesso de captura^{5,6}.

O controle químico ou o manejo intenso dos viveiros pode reduzir organismos indesejados, mas também afetar a qualidade da água e organismos não alvo. A oferta de uma presa alternativa de fácil captura constitui uma hipótese de manejo ecológico: ao aumentar a disponibilidade de alimento e promover saciedade, ela pode reduzir o consumo de peixes. Larvas de Chironomidae são abundantes em ambientes dulcícolas, podem ser produzidas em substratos orgânicos e compõem a dieta de diferentes predadores aquáticos. Contudo, o emprego deliberado desses organismos requer evidência quantitativa do benefício, além de avaliação sanitária e operacional.

Os experimentos que originaram a base deste estudo já demonstraram, por análises de variância e regressões lineares, aumento da predação com a densidade de Odonata e redução do consumo de tilápias na presença de Chironomidae⁷. Ainda permanecia, porém, a oportunidade de integrar todas as observações em modelos compatíveis com a distribuição das respostas, estimar a magnitude e a incerteza do efeito protetor e explorar a capacidade de classificação de cenários de sobrevivência. Essa abordagem constitui a contribuição original da presente reanálise e não representa repetição ou nova coleta do experimento anteriormente publicado.

Assim, objetivou-se analisar os dados brutos dos experimentos de predação para: i) quantificar os efeitos da densidade, do gênero de Odonata e da oferta de Chironomidae sobre a predação e a sobrevivência de pós-larvas de tilápia; ii) estimar a magnitude do efeito protetor da presa alternativa; iii) avaliar o padrão de

consumo de Chironomidae; e iv) comparar modelos preditivos de sobrevivência alta. A hipótese central foi que o aumento da densidade elevaria a predação, sobretudo por *Miathyria*, e que a oferta de Chironomidae atenuaria esse efeito.

Metodologia

NATUREZA E ORIGINALIDADE DO ESTUDO

Trata-se de uma análise secundária e original dos dados brutos provenientes dos experimentos já publicados⁷. O delineamento, a coleta e a descrição experimental foram publicados anteriormente; nesta contribuição, a novidade reside na integração das seis fases experimentais em uma única estrutura analítica, no uso de modelos generalizados para respostas binomiais e de contagem, na estimação do efeito protetor por bootstrap e na avaliação exploratória de algoritmos preditivos. A publicação anterior é citada como fonte primária dos experimentos, e nenhuma observação é apresentada como nova coleta.

Local, organismos e condições experimentais

Os ensaios foram realizados entre novembro de 2019 e março de 2020 no setor de piscicultura da Universidade José do Rosário Vellano, em Alfenas, Minas Gerais, em aquários de 40 L conectados a sistema de recirculação com temperatura controlada. Todos os procedimentos com peixes foram aprovados pelo comitê de ética da instituição, parecer nº 03 A/2019⁷. As condições físicas e químicas da água foram monitoradas durante os ensaios e permaneceram, em geral, compatíveis com o cultivo de tilápias^{8,9}.

Larvas de *Miathyria* e *Erythemis* foram coletadas em viveiros e lagos do campus, identificadas sob lupa e mensuradas com paquímetro. Após triagem, permaneceram 24 h em aclimação, sob fotoperíodo de 12 h e aeração, e foram mantidas sem alimento por 8 h antes dos testes. As pós-larvas de tilápia-do-nilo, adquiridas com seis dias de idade, foram aclimatadas durante dois dias. Cada aquário recebeu inicialmente 75 pós-larvas. As larvas de Chironomidae, com 6,0 a 7,5 mm, foram obtidas por colonização de recipientes fertilizados, separadas e introduzidas vivas nos tratamentos correspondentes.

Delineamento experimental

A base consolidada continha 118 unidades experimentais distribuídas em seis fases. Duas fases avaliaram classes de tamanho de Odonata: *Miathyria* nas classes 5,0–7,0, 7,1–9,9 e 10,0–12,0 mm; e *Erythemis* nas mesmas classes, acrescidas de 12,1–14,2 mm. Outras quatro fases avaliaram densidades de 0, 4, 6 e 8 predadores por aquário, sem e com oferta inicial de 75 Chironomidae. Por indisponibilidade no arquivo bruto, a combinação *Erythemis*, quatro predadores e Chironomidae não integrou a análise pareada do efeito protetor. O número de pós-larvas sobreviventes e, nos tratamentos pertinentes, de Chironomidae remanescentes foi contabilizado após 24 h.

A organização das seis fases experimentais e as respectivas variáveis-resposta estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Estrutura dos experimentos incluídos na análise.

Componente	<i>Miathyria</i>	<i>Erythemis</i>	Resposta
Tamanho do predador	5,0–12,0 mm	5,0–14,2 mm	Tilápias predadas
Densidade sem presa alternativa	0, 4, 6 e 8	0, 4, 6 e 8	Predação e sobrevivência
Densidade com Chironomidae	0, 4, 6 e 8	0, 6 e 8	Predação, sobrevivência e consumo de Chironomidae

Variáveis derivadas

O número de tilápias predadas foi calculado pela diferença entre 75 e o número final de pós-larvas vivas. A sobrevivência foi expressa como a razão entre sobreviventes e 75. Nos ensaios com presa alternativa, o consumo de Chironomidae foi calculado pela diferença entre 75 e o número remanescente. O efeito protetor absoluto correspondeu à diferença entre a predação média sem e com Chironomidae para cada gênero e densidade; o efeito percentual foi calculado em relação à média sem presa alternativa.

Análise estatística

A sobrevivência nos experimentos de densidade foi analisada como resposta binomial, usando o número de sobreviventes e mortos por aquário. A predação, uma

contagem com variância superior à média, foi analisada por modelo binomial negativo com ligação log. Os efeitos fixos foram densidade do predador, oferta de presa alternativa, gênero de Odonata e suas interações. Incluiu-se intercepto aleatório para experimento; sua variância estimada foi praticamente nula, indicando ausência de heterogeneidade residual detectável entre as quatro fases após consideração dos efeitos fixos. Testes de Wald tipo III avaliaram os termos do modelo. O efeito protetor global foi estimado pela diferença de médias e intervalo de confiança percentil e BCa obtido com 2.000 reamostragens não paramétricas.

A proporção do consumo total direcionada a Chironomidae foi analisada por regressão beta com ligação logit, após substituição técnica dos limites 0 e 1 por 0,001 e 0,999. Para a análise preditiva, a sobrevivência foi classificada como alta quando $\geq 0,80$. Os dados foram divididos aleatoriamente em treino (70%; $n=52$) e teste (30%; $n=21$), preservando a proporção das classes. Compararam-se regressão logística e Random Forest com 1.000 árvores. Foram calculadas acurácia, Kappa, sensibilidade, especificidade, acurácia balanceada e área sob a curva ROC. Essas métricas foram interpretadas como exploratórias devido ao pequeno conjunto de teste e à separação quase completa observada no GLM. As análises foram realizadas no R 4.4.1¹⁰, com nível de significância de 5%.

Resultados

Efeito do tamanho do predador

A relação entre tamanho e consumo diferiu entre os gêneros. *Miathyria* atingiu maior média na classe intermediária de 7,1–9,9 mm (26,8 pós-larvas por aquário), seguida por 10,0–12,0 mm (24,4). Para *Erythemis*, a predação aumentou ao longo das classes avaliadas e alcançou 13,2 pós-larvas na classe 12,1–14,2 mm. Esses padrões sustentaram a seleção das classes empregadas nos testes de densidade.

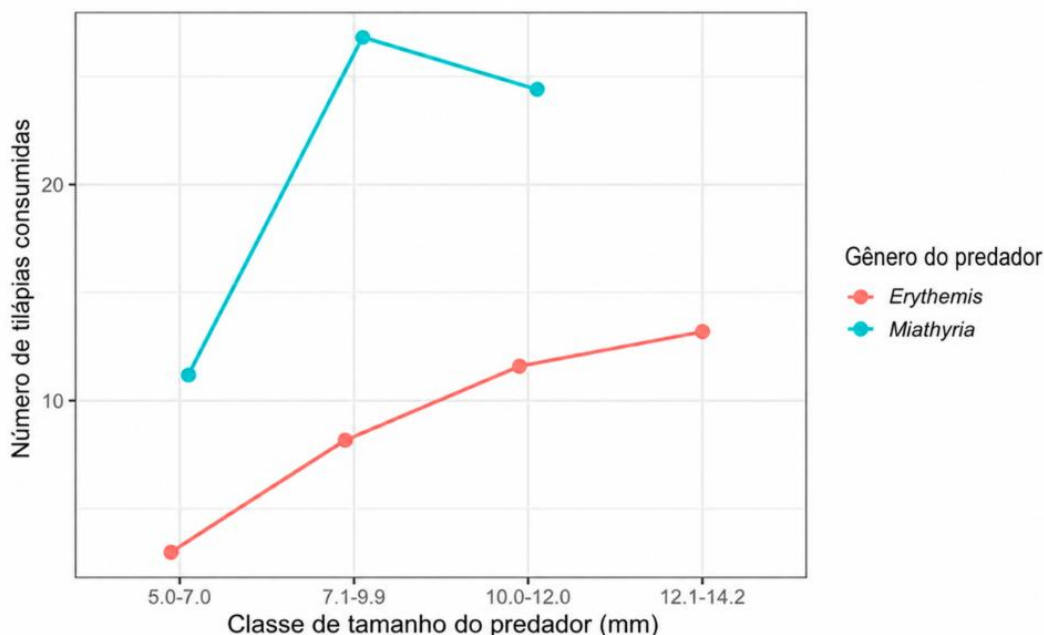
As médias de predação obtidas para cada gênero e classe de tamanho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Predação de pós-larvas de tilápia por classe de tamanho de Odonata.

Gênero	Classe de tamanho (mm)	n	Média	DP
<i>Miathyria</i>	5,0–7,0	5	11,2	5,54
<i>Miathyria</i>	7,1–9,9	5	26,8	9,01
<i>Miathyria</i>	10,0–12,0	5	24,4	5,03
<i>Erythemis</i>	5,0–7,0	4	3,0	2,94
<i>Erythemis</i>	7,1–9,9	6	8,17	2,86
<i>Erythemis</i>	10,0–12,0	5	11,6	1,52
<i>Erythemis</i>	12,1–14,2	5	13,2	2,28

A variação do consumo de pós-larvas entre as classes de tamanho e os gêneros de Odonata é ilustrada na Figura 1.

Figura 1. Número médio de pós-larvas de tilápia predadas segundo a classe de tamanho e o gênero de Odonata. Pontos representam médias observadas.



DENSIDADE, GÊNERO E PRESA ALTERNATIVA

Sem Chironomidae, a predação aumentou de 14,6 para 31,4 pós-larvas entre quatro e oito indivíduos de *Miathyria* por aquário. Para *Erythemis*, as médias correspondentes foram 4,8 e 17,0. Na presença da presa alternativa, o aumento foi atenuado: *Miathyria* consumiu, em média, 6,8, 11,2 e 11,8 pós-larvas nas densidades 4, 6 e 8; *Erythemis* consumiu 7,2 e 8,5 nas densidades 6 e 8.

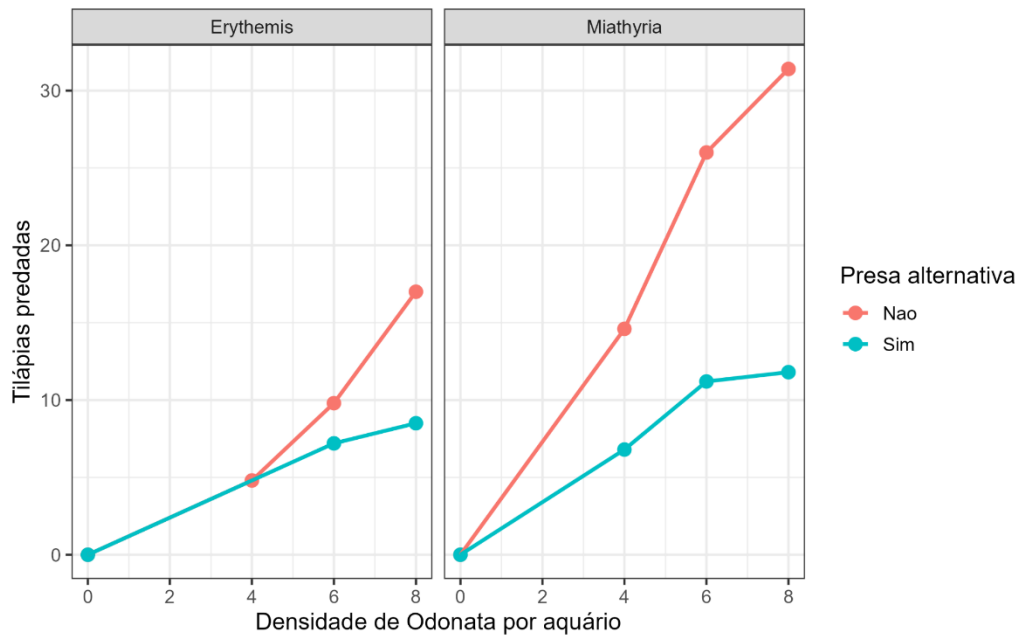
Os valores de predação e sobrevivência observados nos tratamentos de densidade, com e sem Chironomidae, estão reunidos na Tabela 3.

Tabela 3. Predação e sobrevivência de tilápias nos ensaios de densidade.

Gênero	Chironomidae	Densidade	n	Predadas média $\pm$ DP	Sobrevivência
<i>Miathyria</i>	Ausente	0	5	0,0 $\pm$ 0,00	1,000
<i>Miathyria</i>	Ausente	4	5	14,6 $\pm$ 2,70	0,805
<i>Miathyria</i>	Ausente	6	5	26,0 $\pm$ 7,45	0,653
<i>Miathyria</i>	Ausente	8	5	31,4 $\pm$ 7,96	0,581
<i>Miathyria</i>	Presente	0	5	0,0 $\pm$ 0,00	1,000
<i>Miathyria</i>	Presente	4	5	6,8 $\pm$ 2,77	0,909
<i>Miathyria</i>	Presente	6	5	11,2 $\pm$ 2,95	0,851
<i>Miathyria</i>	Presente	8	5	11,8 $\pm$ 3,96	0,843
<i>Erythemis</i>	Ausente	0	5	0,0 $\pm$ 0,00	1,000
<i>Erythemis</i>	Ausente	4	5	4,8 $\pm$ 1,64	0,936
<i>Erythemis</i>	Ausente	6	5	9,8 $\pm$ 3,03	0,869
<i>Erythemis</i>	Ausente	8	5	17,0 $\pm$ 3,32	0,773
<i>Erythemis</i>	Presente	0	4	0,0 $\pm$ 0,00	1,000
<i>Erythemis</i>	Presente	6	5	7,2 $\pm$ 3,11	0,904
<i>Erythemis</i>	Presente	8	4	8,5 $\pm$ 2,65	0,887

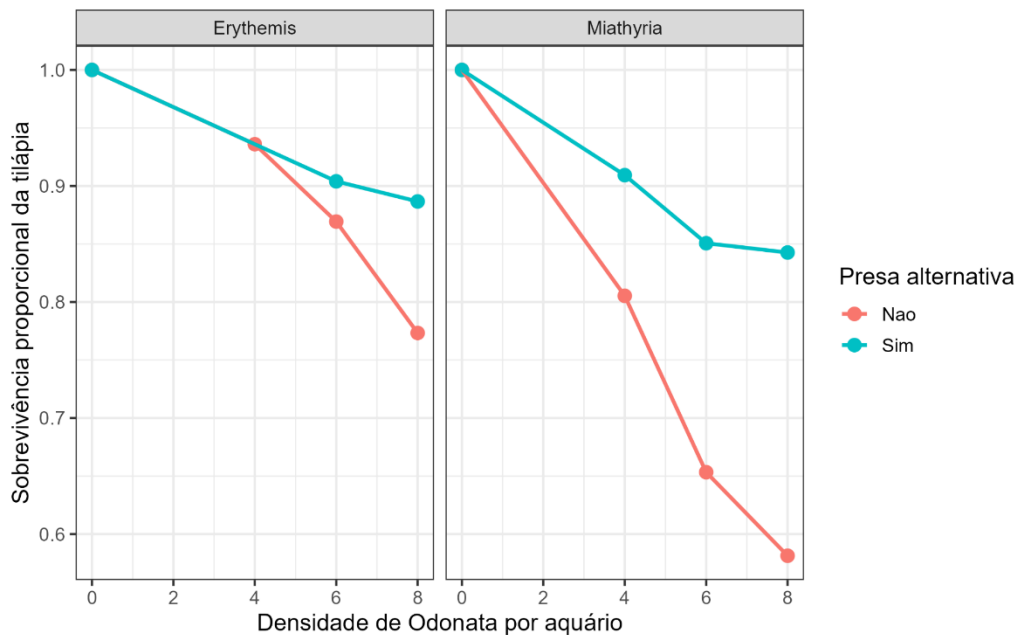
O aumento da predação em função da densidade do predador e sua atenuação pela oferta de Chironomidae podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Número médio de pós-larvas de tilápia predadas em função da densidade e do gênero de Odonata, na ausência e presença de Chironomidae.



A resposta proporcional da sobrevivência das pós-larvas aos tratamentos experimentais é apresentada na Figura 3.

Figura 3. Sobrevivência média das pós-larvas de tilápia em função da densidade e do gênero de Odonata, na ausência e presença de Chironomidae.



No modelo binomial negativo, a densidade aumentou a predação ($\beta=0,423$; $\chi^2=50,90$; $p<0,001$) e *Miathyria* apresentou maior contagem esperada que *Erythemis* ($\beta=1,150$; $\chi^2=6,08$; $p=0,014$). As interações não foram significativas ($p\geq 0,568$). No modelo binomial de sobrevivência, a densidade reduziu a chance de sobrevivência ($\beta=-0,441$; $\chi^2=269,94$; $p<0,001$) e *Miathyria* também esteve associada a menor sobrevivência que *Erythemis* ($\beta=-1,330$; $\chi^2=101,77$; $p<0,001$). A interação entre presa alternativa e gênero foi significativa no teste global ($\chi^2=9,77$), embora seu coeficiente condicionado à parametrização completa não tenha sido significativo; por isso, a interpretação concentrou-se nas médias observadas e na magnitude do efeito, e não em um coeficiente isolado.

Magnitude do efeito protetor e consumo de Chironomidae

Para *Miathyria*, a oferta de Chironomidae evitou, em média, 7,8, 14,8 e 19,6 perdas por aquário nas densidades 4, 6 e 8, correspondendo a reduções relativas de 53,4%, 56,9% e 62,4%. Para *Erythemis*, as reduções foram de 2,6 pós-larvas (26,5%) na densidade 6 e 8,5 pós-larvas (50,0%) na densidade 8. Considerando conjuntamente os tratamentos disponíveis, o efeito protetor médio foi de 6,31 pós-larvas por aquário. O IC95% percentil foi 2,26–10,34 e o IC95% BCa foi 2,15–10,29, não incluindo zero.

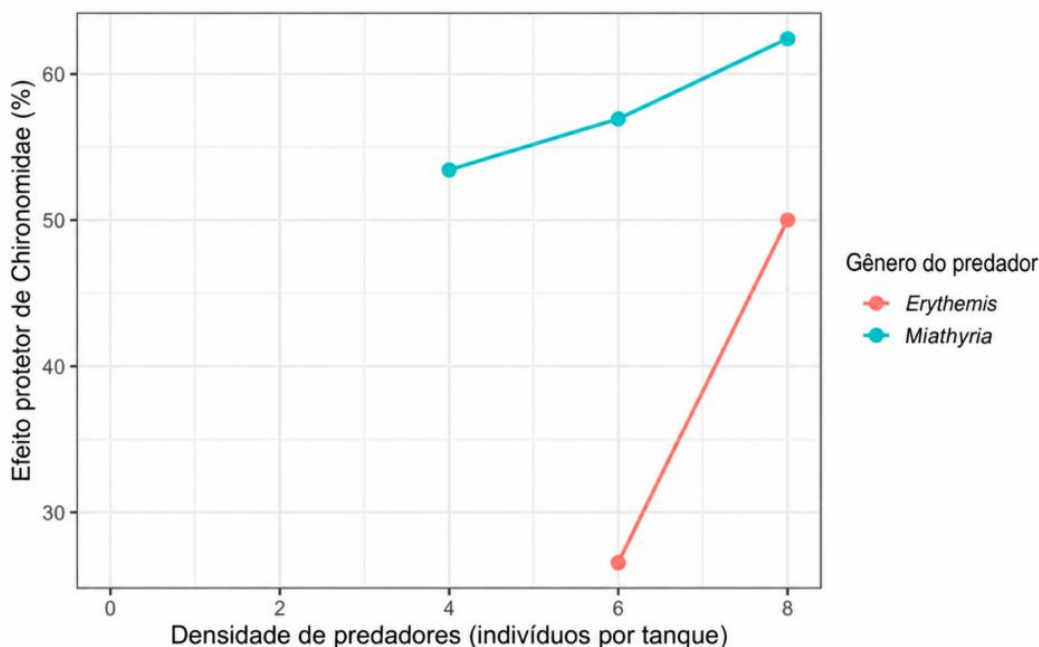
As diferenças absolutas e percentuais associadas à oferta da presa alternativa são detalhadas na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito protetor descritivo da oferta de Chironomidae.

Gênero	Densidade	Sem Chironomidae	Com Chironomidae	Diferença	Redução (%)
<i>Miathyria</i>	4	14,6	6,8	7,8	53,4
<i>Miathyria</i>	6	26,0	11,2	14,8	56,9
<i>Miathyria</i>	8	31,4	11,8	19,6	62,4
<i>Erythemis</i>	6	9,8	7,2	2,6	26,5
<i>Erythemis</i>	8	17,0	8,5	8,5	50,0

A magnitude relativa do efeito protetor de Chironomidae segundo o gênero e a densidade do predador é ilustrada na Figura 4.

Figura 4. Redução percentual da predação de tilápias associada à oferta de Chironomidae, segundo gênero e densidade do predador.



O consumo de Chironomidae aumentou com a densidade. *Miathyria* consumiu, em média, 30,2, 49,6 e 53,6 indivíduos nas densidades 4, 6 e 8; *Erythemis* consumiu 21,2 e 29,8 nas densidades 6 e 8. A proporção do consumo total direcionada a Chironomidae permaneceu alta, aproximadamente entre 0,74 e 0,82. Na regressão beta, densidade, gênero e interação não foram significativos ($p \geq 0,346$), sugerindo manutenção da preferência proporcional no intervalo testado.

Modelagem preditiva exploratória

Entre as 73 observações, 56 apresentaram sobrevivência alta e 17 sobrevivência baixa. No conjunto de teste, o GLM classificou corretamente 18 de 21 observações (acurácia=85,7%; Kappa=0,577; acurácia balanceada=76,9%; AUC=0,850). A Random Forest classificou corretamente 19 de 21 observações (acurácia=90,5%; Kappa=0,696; acurácia balanceada=80,0%; AUC=0,963). Em ambos os modelos, a sensibilidade para a classe minoritária baixa foi 60%, indicando que a acurácia global superestima a capacidade de detectar todos os cenários de maior risco.

O desempenho comparativo dos modelos de classificação é sintetizado na Tabela 5.

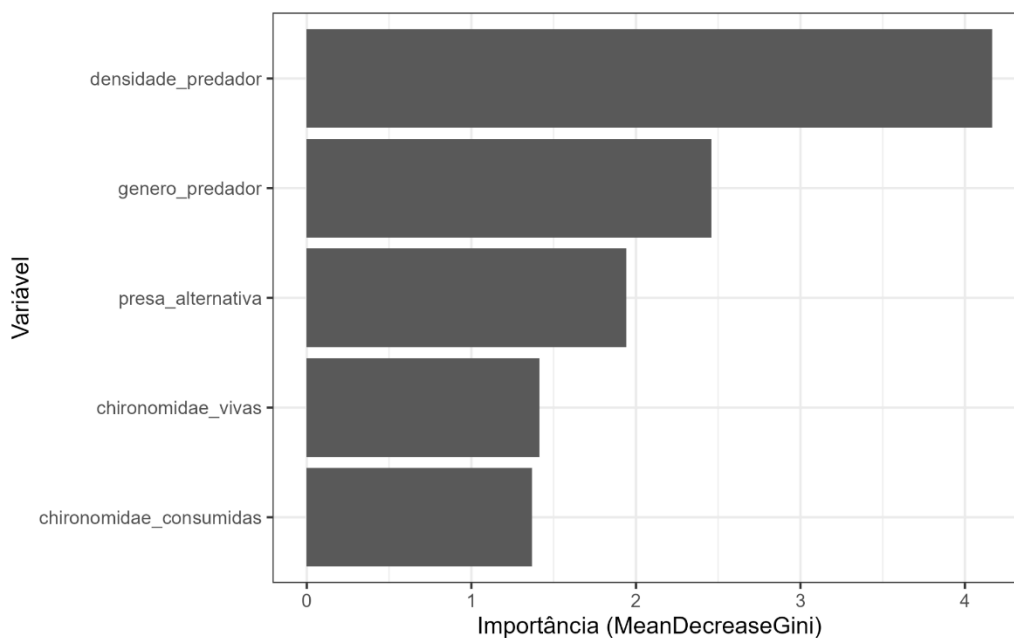
Tabela 5. Desempenho dos modelos para classificação de sobrevivência alta.

Modelo	Acurácia	Kappa	Sensibilidade ¹	Especificidade ¹	Acurácia balanceada	AUC
GLM logístico	0,857	0,577	0,600	0,938	0,769	0,850
Random Forest	0,905	0,696	0,600	1,000	0,800	0,963

¹ A classe positiva foi sobrevivência baixa. A Random Forest utilizou 1.000 árvores; a estimativa de erro fora da bolsa foi 17,3%.

A importância relativa das variáveis utilizadas pelo modelo Random Forest é apresentada na Figura 5.

Figura 5. Importância das variáveis no modelo Random Forest, medida pela redução média da impureza de Gini. A densidade do predador foi a variável de maior importância.



Discussão

A análise integrada dos dados experimentais indica que a densidade de Odonata é o principal componente do risco de predação e permite quantificar a magnitude desse efeito. O aumento do número de pós-larvas consumidas com a densidade de predadores é biologicamente esperado, em razão da maior frequência

de encontros entre predadores e presas. Entretanto, a resposta diferiu entre os gêneros: *Miathyria* apresentou maior predação e redução da sobrevivência, em concordância com sua atividade observada durante os ensaios e sua elevada frequência em viveiros da região^{2,7}. Esses resultados indicam que o registro da presença ou ausência de Odonata, isoladamente, é insuficiente para caracterizar o risco. O monitoramento deve considerar também o gênero, a densidade e a classe de tamanho das larvas.

Os padrões de consumo entre classes de tamanho reforçam as diferenças funcionais entre os gêneros. *Miathyria* apresentou o maior consumo na classe intermediária, com discreta redução na classe seguinte, enquanto *Erythemis* apresentou aumento até a maior classe observada. Relações não monotônicas podem estar associadas a mudanças ontogenéticas na atividade, à proximidade da emergência, ao tempo de manipulação e à relação entre o tamanho do predador e o da presa. Essas possibilidades constituem hipóteses explicativas, pois não foram diretamente testadas nos ensaios. A identificação larval e a comparação entre classes devem considerar os caracteres morfológicos descritos para *Miathyria*¹¹. Em *Pantala flavescens*, também foram observadas diferenças no consumo de larvas de pacu e tilápia entre classes de comprimento⁶. Assim, uma única relação entre tamanho e predação não deve ser extrapolada para diferentes gêneros.

A oferta de Chironomidae esteve associada à redução da perda de pós-larvas de tilápia, especialmente nos ensaios com alta densidade de *Miathyria*. O intervalo de confiança bootstrap da redução média não incluiu zero, com estimativa central de 6,31 pós-larvas por aquário e limites de 2,15 a 10,29. A elevada proporção do consumo direcionada a Chironomidae é compatível com as hipóteses de encontro facilitado e saciedade propostas no estudo original, embora esses mecanismos não tenham sido avaliados diretamente. Considerando que Odonata inclui predadores visuais e territoriais¹², o efeito observado pode ser interpretado como desvio parcial da pressão de predação para uma presa alternativa, sem implicar redução da população de predadores.

A interpretação desse efeito exige distinguir as estimativas descritivas dos resultados do modelo paramétrico. No modelo binomial negativo completo, o coeficiente principal da oferta de presa alternativa não foi significativo. Na presença de interações, esse coeficiente representa o efeito nas condições de referência do modelo, e não necessariamente o efeito médio entre todas as condições experimentais. Além disso, o desbalanceamento da combinação entre *Erythemis* e a densidade de quatro predadores, juntamente com o número reduzido de unidades por combinação experimental, pode limitar a precisão das estimativas. As diferenças pareadas observadas e o bootstrap global, por sua vez, indicaram redução da predação. Os resultados são, portanto, complementares e devem ser apresentados com suas estimativas, intervalos de confiança e condições de comparação.

A análise preditiva também indicou a relevância da densidade, mas seu desempenho deve ser considerado preliminar. Embora a Random Forest tenha superado o GLM no conjunto de teste, esse conjunto continha apenas 21 observações, e a classe de baixa sobrevivência era minoritária. Além disso, variáveis relacionadas ao consumo de Chironomidae foram mensuradas após o experimento, o que restringe sua aplicação à previsão do risco no momento do povoamento. O GLM apresentou separação quase completa, acompanhada de erros-padrão elevados, indicando instabilidade nas estimativas dos coeficientes. Estudos futuros devem ampliar o número de unidades experimentais, utilizar validação cruzada repetida ou validação externa e priorizar preditores disponíveis antes da ocorrência da predação.

A contribuição desta análise está na aplicação de modelos adequados às respostas binomiais e de contagem, na quantificação da redução da predação por bootstrap e na avaliação exploratória do desempenho preditivo. O alcance dessas abordagens, contudo, é delimitado pelas variáveis registradas e pela distribuição das unidades entre as condições experimentais. Dessa forma, as inferências devem permanecer vinculadas às comparações efetivamente representadas na base, enquanto os mecanismos comportamentais sugeridos exigem investigação específica.

Do ponto de vista aplicado, Chironomidae apresenta potencial como componente do manejo ecológico da predação. Entretanto, os resultados obtidos em aquários ainda não sustentam a recomendação de sua introdução deliberada em viveiros comerciais. É necessário padronizar a produção em escala e avaliar custo, densidade de oferta, persistência no viveiro, efeitos sobre a qualidade da água, risco de introdução de patógenos e respostas de diferentes espécies e tamanhos de peixes. O manejo preventivo do viveiro e o monitoramento dos insetos permanecem fundamentais. Ensaios em viveiros escavados, com unidades experimentais independentes e avaliação econômica, constituem a próxima etapa para verificar a viabilidade dessa estratégia.

A interpretação ecológica dos resultados encontra apoio em estudos sobre a resposta de insetos aquáticos às condições de ambientes artificiais e às mudanças ambientais^{13,14}. Chaves morfológicas e revisões taxonômicas reforçam a necessidade de reconhecer diferenças entre gêneros e estágios de Odonata na avaliação do risco^{15,16}. A atração e a disponibilidade visual das presas também podem modificar o comportamento de ataque^{17,18}. Estudos anteriores documentaram a predação de alevinos por Odonata e avaliaram medidas de controle ou diferenças associadas ao tamanho das larvas^{19,20}. Por fim, o acompanhamento dos parâmetros físicos e químicos da água é indispensável para distinguir perdas por predação da mortalidade associada às condições de criação²¹.

Conclusões

A densidade de larvas de Odonata foi o principal fator associado ao aumento da predação e à redução da sobrevivência de pós-larvas de tilápia-do-nilo. *Miathyria* apresentou maior pressão de predação que *Erythemis*, e a relação com o tamanho corporal diferiu entre os gêneros.

A oferta de Chironomidae esteve associada a reduções descritivas de 26,5% a 62,4% na predação, com efeito médio bootstrap de 6,31 pós-larvas preservadas por aquário. A modelagem preditiva identificou a densidade como a variável mais importante e mostrou desempenho promissor, porém ainda exploratório.

Os achados sustentam Chironomidae como candidata a presa alternativa para desvio da predação, mas sua adoção depende de validação em viveiros, padronização produtiva e avaliação sanitária e econômica.

Referências

1. Fortunato MHT, Melo CL, Mendes HF. Piscicultura brasileira e a influência da ordem Odonata, uma revisão. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR. 2020; 23(1cont): e2310. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v23i1cont.2020.7818>
2. Fortunato MHT, Mendes HF, Hayashi C, Faria LR, Melo CL, Ananias IMC. Levantamento de imaturos de libélulas (Insecta: Odonata) em tanques escavados de piscicultura na mesorregião de Alfenas-MG. Research, Society and Development. 2021; 10 (11): e363101119846. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19846>
3. Marco Jr P, Latini AO, Reis AP. Environmental determination of dragonfly assemblage in aquaculture ponds. Aquaculture Research. 1999; 30 (5): 357-364. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00338.x>
4. Fonseca AR, Sanches NM, Fonseca MC, Quintilhiano DM, Silva ES. Levantamento de espécies de Odonata associadas a tanques de piscicultura e efeito de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* sobre ninfas de *Pantala flavescens*. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2004; 26 (1): 25-29. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v26i1.1655>
5. Fulan JÂ, Anjos MR. Predation by *Erythemis* nymphs on Chironomidae and Elmidae in different conditions of habitat complexity. Acta Limnologica Brasiliensia. 2015; 27 (4): 454-458. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2415>
6. Lacerda CHF, Hayashi C, Galdioli EM, Fernandes CEB. Predation of *Piaractus mesopotamicus* and *Oreochromis niloticus* larvae by *Pantala flavescens* with different length classes. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2011; 33 (4): 377-382. <https://busqueda.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1460677>
7. Fortunato MHT, Mendes HF, Hayashi C, Faria LR, Melo CL, Ananias IMC. Predation rate of dragonfly (Odonata: Libellulidae) on tilapia (*Oreochromis niloticus*) and the availability of alternative preys (Diptera: Chironomidae) to increase fish survival. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2023; 45: e65291. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v45i1.65291>
8. Fortunato MHT, Mendes HF, Hayashi C, Barbuio KM. Avaliação das variáveis físicas e químicas da água em aquários de tilápia *Oreochromis niloticus* sob

diferentes condições experimentais. ActaPesca. 2025; 22: 153-157. <https://doi.org/10.46732/Actafish.22.153-157>

9. Boyd CE, Tucker CS. Pond aquaculture water quality management. Boston: Springer; 1998. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>

10. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2024. <https://www.R-project.org/>

11. Costa JM, Assis CV. Estudo morfológico da larva de último instar de *Miathyria simplex* (Rambur) (Odonata, Libellulidae). Revista Brasileira de Zoologia. 1992; 9 (3-4): 329-336. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751992000200020>

12. Lopes FS, Marco Jr P. Comportamento territorial em insetos: aspectos conceituais e estudo de casos. Oecologia Brasiliensis. 2000; 8 (1): 193-222. <https://doi.org/10.4257/oeco.2000.0801.07>

13. Buczyńska E, Buczyński P. Aquatic insects of man-made habitats: environmental factors determining the distribution of caddisflies, dragonflies, and beetles in acidic peat pools. Journal of Insect Science. 2019; 19 (1): 1-15. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez005>

14. Pereira DFG, Oliveira Junior JMB, Juen L. Environmental changes promote larger species of Odonata in Amazonian streams. Ecological Indicators. 2019; 98: 179-192. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.020>

15. Neiss UG, Fleck G, Pessacq P, Tennessen KJ. Odonata: Superfamily Libelluloidea. In: Hamada N, Thorp J, Rogers DC, editors. Thorp and Covich's freshwater invertebrates. 4th ed. London: Academic Press; 2018. p. 399-447.

16. Rodríguez FP, Sarmiento CE, González-Soriano E. Morphological variability and evaluation of taxonomic characters in the genus *Erythemis* Hagen, 1861. Insecta Mundi. 2015; 428: 1-68.

17. Edgehouse M, Brown CP. Predatory luring behavior of odonates. Journal of Insect Science. 2014; 14 (1): 1-3. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu008>

18. Soares CM, Hayashi C, Faria ACEA. Influência da disponibilidade de presas, do contraste visual e do tamanho das larvas de *Pantala* sp. sobre a predação de *Simocephalus serrulatus*. Acta Scientiarum Biological Sciences. 2001; 23 (2): 357-362. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2689>

19. Tomazelli Júnior O, Franco GMS, Casaca JM, Munarini AC, Dal Magro J. Efeito do extrato de *Melia azedarach* sobre a predação de alevinos de carpa comum por larvas de *Neuraeschna*. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology.

2011; 15 (1): 19-25. <https://www.bohrium.com/en/paper-details/other/813180487798358017-32931>

20. Soares CM, Hayashi C, Reidel A. Predação de pós-larvas de curimba por larvas de Odonata em diferentes tamanhos. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 2003; 25 (1): 95-100. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v25i1.2105>

21. Chipepe FAL, Vento-Tielves CR, Atkinson J. Evaluation of the main physical and chemical water quality parameters for tilapia production. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2021; 30 (4): 12-20.

Contribuição dos autores: Murilo Henrique Tank Fortunato: concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, visualização e redação do manuscrito.

Conflito de interesse: O autor declara não haver conflito de interesses.

Declaração ética: Os experimentos originais foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade José do Rosário Vellano, parecer nº 03 A/2019. A presente pesquisa consiste em reanálise de dados e não envolveu novos procedimentos com animais.

Financiamento: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, processo nº 88882.365356/2019-01.

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; à Universidade José do Rosário Vellano, pela infraestrutura; à NewFish, pela doação dos peixes; e à Labcon, pelos kits empregados no monitoramento da qualidade da água.