

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE
LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (*Astyanax altiparanae*):
EFEITOS FISIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E
ZOOTÉCNICOS**

Fábio Lopes Gonçalves

Médico Veterinário

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE
LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (*Astyanax altiparanae*):
EFEITOS FISIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E
ZOOTÉCNICOS**

Fábio Lopes Gonzalez

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati

Coorientadora: Carla Patrícia Bejo Wolkers

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Ciência Animal

Fevereiro de 2026

G635e Gonçalves, Fábio Lopes

Enriquecimento ambiental na produção de lambari-do-rabo-amarelo
(*Astyanax altiparanae*): efeitos fisiológicos, comportamentais e zootécnicos /
Fábio Lopes Gonçalves. -- Jaboticabal, 2026

71 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Elisabeth Criscuolo Urbinati
Coorientadora: Carla Patrícia Bejo Wolkers

1. Agresividade. 2. Aquicultura. 3. Enriquecimento ambiental. 4. Estresse. 5.
Lambari-do-rabo-amarelo. I. Título.

POTENCIAL IMPACTO DESTA PESQUISA

A aquicultura tem experimentado um crescimento exponencial como uma alternativa significativa para a produção de proteína animal. Esse cenário torna imperativo o desenvolvimento de estratégias que conciliem eficiência produtiva e boas condições de criação para os organismos cultivados. Nesse contexto, o presente estudo avaliou os efeitos do enriquecimento ambiental sobre o comportamento agressivo, indicadores fisiológicos e os índices de crescimento do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), uma espécie de relevância para a piscicultura brasileira. A compreensão de como modificações no ambiente de cultivo influenciam as interações sociais entre os peixes pode contribuir para o desenvolvimento de práticas de manejo mais adequadas em sistemas de produção aquícola. A redução de comportamentos agressivos entre indivíduos em ambientes enriquecidos pode resultar em uma diminuição da ocorrência de lesões, bem como em maiores condições de bem-estar animal mais favoráveis e, potencialmente, em uma maior eficiência produtiva. Ademais, estratégias de enriquecimento ambiental podem representar alternativas simples e de baixo custo para aprimorar sistemas de criação, contribuindo para uma produção aquícola mais sustentável. Dessa forma, os resultados desta pesquisa podem auxiliar produtores e pesquisadores na adoção de práticas de manejo que promovam melhores condições de cultivo e maior eficiência nos sistemas produtivos. O presente estudo pode ser relacionado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, especialmente ao ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 14 (Vida na Água).

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

Aquaculture has grown exponentially as a significant alternative for producing animal protein. In this context, it is essential to develop strategies that reconcile productive efficiency with appropriate rearing conditions for cultured organisms. Against this backdrop, the present study examined the impact of environmental enrichment on the aggressive behaviour, physiological indicators and growth parameters of the yellowtail lambari (*Astyanax altiparanae*), a species of importance to Brazilian aquaculture. Understanding how modifications to the rearing environment influence social

interactions among fish could inform the development of more effective management practices in aquaculture production systems. Reducing aggressive behaviours among individuals in enriched environments may result in fewer injuries, improved animal welfare and potentially greater productive efficiency. Furthermore, environmental enrichment strategies could provide simple, low-cost ways to improve rearing systems and contribute to more sustainable aquaculture production. Thus, the results of this research could help producers and researchers to adopt management practices that promote better rearing conditions and greater efficiency in production systems. This study is associated with three of the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 2 (Zero Hunger and Sustainable Agriculture), SDG 12 (Responsible Consumption and Production) and SDG 14 (Life Below Water).

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (*Astyanax altiparanae*): EFEITOS FISIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E ZOOTÉCNICOS

AUTOR: FÁBIO LOPES GONÇALEZ

ORIENTADORA: ELISABETH CRISCUOLO URBINATI
ORIENTADORA: CARLA PATRÍCIA BEJO WOLKERS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal, área: Fisiologia e Bem Estar Animal pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ELISABETH CRISCUOLO URBINATI**
Data: 25/02/2026 08:38:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI (Participação Presencial)
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO EGYDIO BARRETO**
Data: 27/02/2026 11:35:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RODRIGO EGYDIO BARRETO (Participação Virtual)
Departamento de Biologia Estrutural e Funcional / IBB UNESP Botucatu

Documento assinado digitalmente
 **MONICA SERRA**
Data: 27/02/2026 11:45:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra MÔNICA SERRA (Participação Virtual)
Departamento de Biorregulação / Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Salvador/BA

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fábio Lopes Gonçalves – nascido em 17 de julho de 2000, natural de Ribeirão Preto – SP, filho de Lucélia Aparecida Lopes Gonçalves e de Julio Cesar Benzoni Gonçalves, ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus de Jaboticabal – FCAV, em fevereiro de 2019. Durante o período de graduação o aluno realizou estágio extracurricular no Laboratório de Fisiologia de Peixes, além de ter realizado monitoria nas disciplinas de Biofísica e Fisiopatologias da Reprodução. O estágio curricular foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus de Jaboticabal – FCAV, no Laboratório de Fisiologia de Peixes, sob orientação da Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati. Colou grau em fevereiro de 2024 e recebeu o título de Médico Veterinário. Em janeiro de 2024, iniciou o curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus de Jaboticabal – FCAV, onde foi bolsista CAPES, realizando seu Exame Geral de Qualificação em 29 de novembro de 2024.

ΕΠÍΓΡΑΦΕ

Welcome to the final show
- Harry Styles

Agradecimentos

Agradeço a todos que fizeram parte, direta ou indiretamente disso tudo. O trabalho aqui apresentado só foi possível com a ajuda e o apoio de todos vocês.

Prof. Beth, não tenho palavras pra agradecer por todos esses anos juntos. Foram 7 anos aprendendo a ser um melhor aluno, pesquisador e humano. Aprendi muito sobre a pesquisa, sobre a ciência, sobre os peixes e ainda mais sobre a vida e como levar ela de uma melhor forma. Obrigado por todos os ensinamentos, incentivos e puxões de orelha necessários, que só uma mãe científica como a senhora consegue dar. Foi uma honra poder ter feito parte da sua história, e sempre levarei um pedacinho da senhora comigo. Que orgulho de ser Urbineti!

Agradeço a banca examinadora, que aceitou fazer parte dessa história, e me ajudar a finalizar esse ciclo. À Profa. Mônica, minha veterana de laboratório e inspiração diária, obrigado por toda ajuda desde a defesa do projeto, até a defesa da dissertação. Ao Prof. Rodrigo, e futuro orientador, já agradeço por tudo que está por vir!

À minha coorientadora, Profa. Carla, obrigado por sempre estar disponível (mesmo eu sendo meio ausente), e disposta a me ajudar e aconselhar. Obrigado por ser uma inspiração e por todo o auxílio durante o mestrado.

Agradeço aos meus pais, Lucélia e Julio, que por mais que tivessem muitos motivos, não desistiram de mim. Me apoiaram e incentivaram em todos os momentos, aguentaram meus surtos e chatices, e ainda assim torceram pelo meu bem. Sem vocês eu não estaria aqui, amo muito vocês.

À minha irmã, Julia, que sempre foi e sempre será uma inspiração na ciência e na vida. Que sempre esteve ao meu lado, me oferecendo o possível e o impossível pra me ver bem. Que chorou e sorriu comigo, e me apoiou mesmo quando discordava das minhas ideias. A saudade é diária, mas carrega o amor que eu tenho por você.

Agradeço ao LAFIPE, que foi minha casa e meu refúgio, onde conheci pessoas incríveis e pude compartilhar momentos inesquecíveis. Todas as partes foram boas, até às coletas de madrugada, as análises caóticas, e experimentos infinitos. Foi aqui que eu descobri o pesquisador que eu gostaria de ser. À Damares, nossa técnica, amiga e confidente, que me energizou todos os dias, ao som do seu toquinho de telefone inconfundível e inesquecível, obrigado por todas as fofocas, preocupações e ajuda!

A Camila, minha companheira e amiga desde 2019, obrigado por todos esses anos de ensinamentos acadêmicos e pessoais. Você me mostrou que é preciso e é possível resistir, persistir e insistir nos nossos sonhos e desejos. Que se uma porta se fecha agora, logo logo três outras vão ser abertas. Obrigado pela paciência e insistência comigo!

A Thais, com quem pude dividir os últimos anos, e ainda bem que você estava aqui! Com você eu aprendi a acreditar em mim mesmo, e me fez ver que é preciso viver a vida de um jeito mais leve e tranquilo. Obrigado por todos os momentos que

compartilhamos, todos os dias no laboratório, os pitos, as idas ao centro, os cookies e os tarots. Obrigado por me mostrar que a vida pode ser legal, mesmo as vezes sendo uma merda!

Às minhas filhas científicas, Alicia, Xai e Bia. Foi incrível poder acompanhar e auxiliar vocês durante seus projetos e suas graduações. Ter tido a oportunidade de poder ensinar, e ao mesmo tempo aprender muito, foi indescritível. Levarei todas essas lembranças pra onde eu for.

Ao Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, e todos os amigos que ali fiz. Do meu jeitinho fofoqueiro e curioso, me vi no meio dos ratos e camundongos, dos teuis e dos cavalos. Fiz amizades incríveis e inesquecíveis, que foram imprescindíveis para continuar diariamente querendo voltar para o departamento, e me fazer me sentir em família mesmo no meio do trabalho. Obrigado por todas as fofocas, comidinhas e tensões que dividimos nesses anos, já estou ansioso para rever vocês. Mari, Soh, Bianca, João, Isinha, Camilinha, Gab e Henrique, obrigado por todos os desabafos, risadas e ajuda, vocês me fizeram me sentir em casa mesmo em meio ao caos.

Às minhas amigas que se tornaram a minha família, Tabú e Tombei. Que sorte a minha ter vocês! Nos momentos mais difíceis e insuportáveis, nos momentos felizes e incríveis, eram vocês que estavam comigo. Todos os cafés da tarde, fins de tarde com pôr do sol, luas cheias e macarrões com molho branco, foram essenciais pra me manter firme e continuar seguindo atrás do meu sonho. Obrigado por todos os momentos que vivemos e ainda vamos viver.

As minhas amigas à distância, Blitz, Julia e Manguêra. Obrigado Blitão, por sempre acreditar em mim, me dando forças e vontade de continuar. Você é e sempre vai ser uma inspiração profissional e pessoal, que me ensinou que viver a vida pode ser mais legal do que parece. Obrigado Ju, por estar comigo desde o dia da matrícula, por dividir todos os momentos, todas as aventuras e surtos que compartilhamos. Espero ao longo da vida poder dividir outros inúmeros momentos com você. Obrigado Mangs, por se fazer presente com seus vídeo-áudios e parar pra refletir sobre a vida comigo, por me ouvir e me ajudar nos momentos que mais precisei. Amo todas vocês.

A minha mestranda amiga Ber, que surtou, reclamou e sorriu comigo durante todo o mestrado, obrigado por tudo! E a todos os outros amigos com quem dividi momentos especiais e fizeram parte disso de uma forma ou de outra, Madre, Iago, Lucão, Nunfinha, Caumaí e Sister.

Ao CAUNESP, que foi essencial para o desenvolvimento desse projeto, agradeço pela ajuda dos professores, servidores e alunos que fizeram parte disso.

Aos meus familiares, que me acompanharam e apoiaram durante esses anos. Meus avós Álvaro, Vera, Ércio e Célia, aos meus tios Sidney e Élcio, minhas tias Érica e Luci, e todos os outros que torcem por mim, Patrícia, Marlene, Paulo e Manoel.

À minha psicóloga, Gabi, que com toda a certeza foi imprescindível pra eu chegar até aqui.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, fundamental para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Comportamento e agressividade	2
2.2. Intensificação da aquicultura	4
2.3. Consequências fisiológicas e comportamentais de sistema de produção intensiva na aquicultura	5
2.4. Enriquecimento ambiental: uma possível estratégia de manejo e bem-estar animal	7
2.5. Lambari-do-rabo-amarelo: pequeno, mas com um grande potencial produtivo	9
3. REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 2 - ENVIRONMENTAL ENRICHMENT MODULATES AGGRESSIVE BEHAVIOR AND SURVIVAL OF YELLOWTAIL LAMBARI (<i>Astyanax altiparanae</i>).....	20
Abstract	20
1. Introduction	20
2. Materials and methods.....	22
3. Results	25
3.1. Behavioral observations.....	25
3.2. Environmental enrichment reduced aggression in yellow tail lambari	27
3.3. Time of the day may have influence on aggression in yellow tail lambari	28
3.4. Barren environments induce instability in agonistic interactions.....	28
3.5. Lower aggression, lower mortality	30
3.6. Environmental enrichment does not attenuate fear or anxiety-like behaviors in yellowtail lambari.....	30
3.7. Enriched environments do not affect cortisol and glucose levels of yellowtail lambari	31
4. Discussion	32
5. Conclusion	36
6. References	36
CAPÍTULO 3 - EFFECTS OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON GROWTH AND SURVIVAL OF <i>Astyanax altiparanae</i>: PRELIMINARY STUDIES.....	42
Abstract	42
1. Introduction	42

2.	Materials and Methods	44
3.	Results	46
3.1.	Environmental enrichment does not interfere on growth of <i>Astyanax altiparanae</i>	46
3.2.	Survival is not affected by environmental enrichment on <i>Astyanax altiparanae</i>	47
3.3.	Effects of environmental enrichment on condition factor (K)	47
3.4.	General behavioral observations during the experimental period.....	48
4.	Discussion	49
5.	Conclusion	52
6.	References	53



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Enriquecimento ambiental na produção de lambaris-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*): efeitos fisiológicos, comportamentais e zootécnicos"**, protocolo nº 1808/2024, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a ELISABETH CRISCUOLO URBINATI, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 20 de março de 2024.

Vigência do Projeto	01/04/2024 a 08/01/2026
Espécie / Linhagem	<i>Astyanax altiparanae</i> (lambari-do-rabo-amarelo)
Nº de animais	790
Peso / Idade	Juvenis; +/- 15g
Sexo	Fêmeas
Origem	Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNEP

Jaboticabal, 20 de março de 2024.


Dr.^a Helena Cristina Delgado Brito
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
Tel. 16 3209-7100 - www.fcav.unesp.br

ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (*Astyanax altiparanae*): EFEITOS FISIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E ZOOTÉCNICOS

RESUMO – A aquicultura tem se consolidado como uma das principais fontes de proteína animal no Brasil e no mundo. No entanto, a intensificação dos sistemas produtivos tem sido associada a desafios relacionados ao estresse e à agressividade dos peixes, os quais podem comprometer o bem-estar animal e resultar em elevadas taxas de mortalidade. O lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), espécie nativa que vem ganhando destaque no mercado nacional, apresenta elevado grau de agressividade intraespecífica, fator que contribui para perdas produtivas. Nesse contexto, o enriquecimento ambiental, baseado no aumento da complexidade estrutural do ambiente de cultivo, surge como uma estratégia promissora para a modulação das respostas de estresse e a redução de comportamentos agonísticos nessa espécie. Desse modo, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos fisiológicos, comportamentais e zootécnicos da implementação do enriquecimento ambiental em *A. altiparanae*. Para isso, foram realizados dois ensaios experimentais comparando ambientes sem enriquecimento e ambientes enriquecidos com estruturas físicas, incluindo canos de PVC, plantas artificiais e cascalhos. O primeiro experimento foi realizado em aquários, para avaliar o comportamento agressivo e marcadores fisiológicos de estresse, enquanto o segundo experimento foi conduzido em tanques, visando a avaliação do desempenho zootécnico e da mortalidade dos animais. No primeiro ensaio, observou-se uma redução significativa da agressividade entre os lambaris mantidos no ambiente enriquecido, porém, a estratégia de enriquecimento não influenciou os níveis de glicose plasmática. Por sua vez, o desempenho zootécnico e mortalidade não foram influenciados pela adição de estruturas físicas no ambiente de cultivo. Em síntese, os resultados indicam que a utilização do enriquecimento ambiental no alojamento de lambaris-do-rabo-amarelo foi eficaz na redução da agressividade intraespecífica, embora não tenha promovido alterações significativas nos marcadores fisiológicos de estresse e parâmetros zootécnicos.

Palavras-chave: agressividade, aquicultura, desempenho, enriquecimento ambiental, estresse, lambari-do-rabo-amarelo

ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON YELLOWTAIL LAMبارI (*Astyanax altiparanae*) PRODUCTION: PHYSIOLOGICAL, BEHAVIOURAL AND ZOOTECHNICAL EFFECTS

ABSTRACT - Aquaculture has established itself as one of the main sources of animal protein in Brazil and worldwide. However, the intensification of production systems has been associated with challenges related to stress and aggression in fish, which can compromise animal welfare and result in high mortality rates. The yellowtail lambari (*Astyanax altiparanae*), a native species that has been gaining attention in the domestic market, exhibits a high level of intraspecific aggression, a factor that contributes to production losses. In this context, environmental enrichment, based on increasing the structural complexity of the farming environment, emerges as a promising strategy for modulating stress responses and reducing agonistic behaviors in this species. Thus, this study aimed to evaluate the physiological, behavioral, and zootechnical effects of implementing environmental enrichment in *A. altiparanae* culture. To this end, two experimental trials were conducted comparing environments without enrichment and environments enriched with physical structures, including PVC pipes, artificial plants, and rocks. The first experiment was conducted in aquariums to evaluate aggressive behavior and physiological markers of stress, while the second experiment was conducted in tanks to evaluate the zootechnical performance and mortality. In the first trial, a significant reduction in aggression was observed among the yellowtail lambari kept in the enriched environment; however, the enrichment strategy did not influence plasma glucose levels. On the other hand, zootechnical performance and mortality were not influenced by the addition of physical structures to the rearing environment. In summary, the results indicate that the use of environmental enrichment in the housing of yellowtail lambari was effective in reducing intraspecific aggression, although it did not promote significant changes in stress biomarkers and zootechnical parameters.

Key-words: aggressiveness, aquaculture, growth performance, enrichment, stress, yellowtail lambari

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A agressividade constitui um traço de personalidade influenciado por múltiplos fatores intrínsecos e extrínsecos (Oldham et al., 2020), sendo caracterizada como um comportamento adaptativo empregado na defesa de recursos ou na interação com outros indivíduos (Li et al., 2022). Tal comportamento é observado em espécies de relevância econômica para a piscicultura (Verdal et al., 2019; Amaral, 2020) e merece atenção especial, uma vez que níveis elevados de agressividade podem resultar em lesões, comprometimento do bem-estar animal e, conseqüentemente, prejuízos à qualidade do produto final (Poli et al., 2005; Ashley, 2007; Maria Poli, 2009).

Com o objetivo de promover o bem-estar dos animais, incluindo a redução de comportamentos agonísticos, o enriquecimento ambiental (EA) dos sistemas de produção tem sido amplamente reconhecido como estratégia eficaz (Arechavala-Lopez et al., 2022). O EA consiste no aumento da complexidade estrutural do ambiente de criação, com a disponibilização de áreas de refúgio e, conseqüentemente na modulação das respostas fisiológicas e comportamentais de estresse (Arsin et al., 2018; Zhang et al., 2020).

Diante do crescimento contínuo da piscicultura em âmbito nacional e internacional (FAO, 2024), torna-se necessário dedicar maior atenção às questões anteriormente levantadas. No Brasil, a produção do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) tem crescido significativamente; contudo esse avanço pode ser comprometido pelo comportamento agressivo característico da espécie, o qual está associado a perdas produtivas, conforme relatado por produtores. Nesse contexto, a aplicação do EA desponta como uma alternativa promissora para reduzir os efeitos da agressividade e favorecer a sustentabilidade da produção de lambaris-do-rabo-amarelo.

Assim, esta revisão de literatura tem como objetivo abordar os principais aspectos relacionados ao comportamento agressivo em peixes, com ênfase nos mecanismos fisiológicos envolvidos e no papel do EA como estratégia de modulação

da agressividade em sistemas de produção, com foco no lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*).

5. Conclusion

In conclusion, this preliminary study shows that environmental enrichment does not influence growth and survival of *A. altiparanae*. Growth parameters, condition factor and survival did not differ between housing conditions, indicating that both rearing environments adequately sustained normal growth during the experimental period. Despite having no effects on growth and survival, physical enrichment influenced the distribution and location of fish in the tanks. These findings emphasize the specie-specific response to environmental changes, suggesting the need for longer experimental periods, coupled with behavioural and physiological analysis, to comprehensively understand the role of environmental enrichment for *A. altiparanae* culture.

6. References

- AAC-EUROPE. (2023). *Ethology and welfare: Guidance on behavioural assessment and interpretation*. Brussels, Belgium: European Association for Aquatic Animals. Available at: https://aac-europe.org/wp-content/uploads/2023/06/AAC_ethology-and-welfare_final_with-annex.pdf
- Arechavala-Lopez, P., Cabrera-Álvarez, M. J., Maia, C. M., & Saraiva, J. L. (2020). Enriched environments enhance cognition, exploratory behaviour and brain physiological functions of *Sparus aurata*. *Scientific Reports*, 10, 11252.
- Blaser, R. E., Chadwick, L., & McGinnis, G. C. (2010). Behavioral measures of anxiety in zebrafish (*Danio rerio*). *Behavioural Brain Research*, 208, 56–62.
- Boyd, C. E., McNevin, A. A., & Davis, R. P. (2022). The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. *Food Security*, 14, 805–827.
- Brunet, V., et al. (2022). Positive welfare effects of physical enrichments from the nature-, functions- and feeling-based approaches in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 550, 737825.
- Czycholl, I., Skovlund, C. R., & Forkman, B. (2025). Literature review of the use of Qualitative Behaviour Assessment with a fixed list of terms. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1588346.
- Dalbem-Barbosa, A. P., et al. (2024). From feed to fish—nutrients' fate in aquaculture systems. *Applied Sciences*, 14, 6056.
- Eidsmo, J., et al. (2023). Environmental enrichment for rainbow trout fingerlings: A case study using shelters in an organic trout farm. *Animals*, 13, 268.
- Faria, N. P. V. M., et al. (2024). Can aluminum affect social behavior and cortisol plasma profile in the neotropical freshwater teleost *Astyanax lacustris* (Teleostei: Characidae)? *Life*, 14, 1697.
- Flores-García, L., et al. (2022). Welfare indicators in tilapia: An epidemiological approach. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 882567.
- Fu, Y., et al. (2021). Boldness predicts aggressiveness, metabolism, and activity in black rockfish *Sebastes schlegelii*. *Frontiers in Marine Science*, 8.

Gonçalez, F. L., Faria, C. F. P., & Urbinati, E. C. (2025). L-TRP supplementation alters the aggressive behaviour of yellowtail lambari (*Astyanax altiparanae*). *Journal of Fish Biology*, 107, 1352–1363.

Lee, C. J., Paull, G. C., & Tyler, C. R. (2019). Effects of environmental enrichment on survivorship, growth, sex ratio and behaviour in laboratory-maintained zebrafish *Danio rerio*. *Journal of Fish Biology*, 94, 86–95.

Li, Z., et al. (2024). Environmental enrichment improves behaviors rather than the growth and physiology of rock bream *Oplegnathus fasciatus*. *Journal of Fish Biology*, 104, 758–768.

Lima, J. J. F., et al. (2025). Zootechnical and reproductive performance of juvenile male *Astyanax lacustris* cultivated in Biofloc Technology and Recirculating Aquaculture System. *Animal Reproduction*, 22, e20250015.

Mushtaq, S. T. (2024). Aggression in aquatic environments and its relevance in aquaculture and conservation efforts. *Discover Animals*, 1.

Newbery, B., et al. (2024). The utility of non-lethal morphometrics to evaluate fish condition. *Austral Ecology*, 49.

Norrman, K.-E. (2023). World population growth: A once and future global concern. *World*, 4, 684–697.

Oliveira, A. R., et al. (2024). Structural enrichment promotes natural behaviour and welfare of captive gilthead seabream broodstock. *Applied Animal Behaviour Science*, 275, 106289.

Prentice, P. M., et al. (2025). Early-life environmental enrichment promotes positive animal welfare for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in aquaculture research. *Scientific Reports*, 15, 5828.

Sen Sarma, O., et al. (2023). Optimizing zebrafish rearing: Effects of fish density and environmental enrichment. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 17, 1204021.

Silva, M. C., et al. (2021). Physiology, endocrinology and chemical communication in aggressive behaviour of fishes. *Journal of Fish Biology*, 98, 1217–1233.

Valladão, G. M. R., Gallani, S. U., & Pilarski, F. (2018). South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 10, 351–369.

Véchar, B., David, C., Pineau, L., Héraud, C., Roy, J., & Calvez, S. (2026). Impact of physical and sensory enrichment on the physiological status and disease resistance of triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture and Fisheries*. Advance online publication.

Wemelsfelder, F. (2007). How animals communicate quality of life: The qualitative assessment of behaviour. *Animal Welfare*, 16(Suppl. 1), 25–31.

White, S. C., et al. (2019). Use of suspended plastic conduit arrays during brown trout and rainbow trout rearing in circular tanks. *North American Journal of Aquaculture*, 81, 101–106.

Winberg, S., & Sneddon, L. (2022). Impact of intraspecific variation in teleost fishes: Aggression, dominance status and stress physiology. *The Journal of Experimental Biology*, 225.

Zhang, Z., et al. (2021). A comparative study on two territorial fishes: The influence of physical enrichment on aggressive behavior. *Animals*, 11, 1868.

Zhang, Z., et al. (2023). Physical enrichment for improving welfare in fish aquaculture and fitness of stocking fish: A review of fundamentals, mechanisms and applications. *Aquaculture*, 574, 739651.

Zhang, Z., et al. (2025). Effects of social enrichment induced by different-sized groups and live bait on growth, aggressive behavior, physiology, and neurogenesis in juvenile *Sebastes schlegelii*. *Fishes*, 10, 242.

Zhang, Z., et al. (2022). Social enrichment affects fish growth and aggression depending on fish species: Applications for aquaculture. *Frontiers in Marine Science*, 9.