

INFLUÊNCIA DOS AGENTES ESTRESSORES NOS ÍNDICES HEMATOLÓGICOS DA TAMBATINGA (*Colossoma macropomum X Piaractus brachypomus*)

INFLUENCE OF STRESSING AGENTS ON THE HEMATOLOGICAL INDEXES OF TAMBATINGA (*Colossoma macropomum X Piaractus brachypomus*)

Hítalo de Sá Frazão^{1*}; Alline Vieira Coelho²; Diego Aurélio dos Santos Cunha³; Elaine Cristina Batista dos Santos⁴

1 Engenheiro de Pesca

2 IEMA Pleno Cururupu

3 IEMA Pleno Carutapera

4 Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

*e-mail: hitalodesa22@gmail.com

Citação: FRAZÃO, H. DE S., COELHO, A. V., CUNHA, D. A. DOS S., & SANTOS, E. C. B. dos. (2026) Influência dos agentes estressores nos índices hematológicos da tambatinga (*Colossoma macropomum X Piaractus brachypomus*). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 17(1), 47–58.
<https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.4385>

Recebido: 29 November 2025

Revisado: 22 December 2025

Aceito: 27 December 2025

Publicado: 3 January 2026



Copyright: © 2026 by the authors.
This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumo

O estresse é um dos principais fatores limitantes nos sistemas aquícolas, podendo afetar o bem-estar dos peixes e a qualidade do pescado. Nesse contexto, os parâmetros hematológicos têm sido amplamente utilizados como indicadores fisiológicos de resposta ao estresse. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes agentes estressores pré-abate sobre os índices hematológicos e a qualidade do pescado da tambatinga (*Colossoma macropomum × Piaractus brachypomus*). Foram utilizados 21 exemplares, distribuídos em três tratamentos: controle, ausência de oxigenação e variação de temperatura. Avaliaram-se os parâmetros hematológicos glicemia e hematócrito, bem como a dinâmica de instalação do rigor mortis e a perda de peso dos filés durante o armazenamento. Os resultados indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas nos índices hematológicos entre os tratamentos ($p>0,05$), evidenciando elevada capacidade de adaptação fisiológica da espécie frente a estressores de curta duração. Entretanto, observou-se influência das condições pré-abate sobre parâmetros relacionados à qualidade do pescado, com atraso na instalação do rigor mortis nos peixes submetidos à oxigenação e maiores tendências de perda de peso dos filés nos tratamentos com variação de temperatura e oxigenação. Conclui-se que, embora os agentes estressores avaliados não tenham provocado alterações hematológicas expressivas, eles influenciaram de forma consistente a qualidade tecnológica do pescado, reforçando a importância do manejo pré-abate



adequado na piscicultura.

Palavras-chaves: Estresse pré-abate; Fisiologia de peixes; Qualidade do pescado; Rigor mortis; Piscicultura.

Abstract

Stress is one of the main limiting factors in aquaculture systems, as it can affect fish welfare and product quality. In this context, hematological parameters have been widely used as physiological indicators of stress response. This study aimed to evaluate the effects of different pre-slaughter stressors on hematological indices and flesh quality of tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*). Twenty-one fish were distributed into three treatments: control, absence of oxygenation, and temperature variation. Blood glucose and hematocrit were evaluated, as well as rigor mortis development and fillet weight loss during storage. The results showed no statistically significant differences in hematological parameters among treatments ($p>0.05$), indicating a high physiological adaptability of the species to short-term stressors. However, pre-slaughter conditions influenced fish flesh quality, with delayed rigor mortis onset in oxygenated fish and higher trends of fillet weight loss in the temperature variation and oxygenation treatments. It is concluded that, although the evaluated stressors did not promote significant hematological changes, they affected technological quality parameters, highlighting the importance of proper pre-slaughter management in aquaculture.

Keywords: Pre-slaughter stress; Fish physiology; Fish flesh quality; Rigor mortis; Aquaculture.



Introdução

A intensificação da piscicultura tem ampliado significativamente a exposição dos peixes a diferentes agentes estressores, como manejo frequente, altas densidades de estocagem, variações abruptas de temperatura e oxigênio dissolvido, além de procedimentos de transporte e pré-abate. Esses fatores, inerentes aos sistemas produtivos modernos, desencadeiam respostas fisiológicas complexas que podem comprometer o bem-estar animal, a sanidade e, consequentemente, a qualidade do pescado.

O estresse em peixes é caracterizado pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-interrenal, resultando na liberação de catecolaminas e cortisol, com repercussões metabólicas, osmóticas, hematológicas e imunológicas. Entre os diversos indicadores fisiológicos disponíveis, os parâmetros hematológicos destacam-se por sua elevada sensibilidade e aplicabilidade prática, permitindo a avaliação integrada do estado fisiológico dos organismos frente a estímulos adversos (Roche & Bogé, 1996; Burgos-Aceves et al., 2019; Ahmed et al., 2020).

Hematócrito, hemoglobina, contagem e volume de eritrócitos, leucócitos e glicemia plasmática são amplamente utilizados como biomarcadores de estresse agudo e crônico, refletindo alterações na capacidade de transporte de oxigênio, no equilíbrio hídrico e na resposta imune dos peixes (Shahjahan et al., 2022; Seibel et al., 2021). Contudo, a interpretação desses parâmetros exige cautela, uma vez que seus valores variam conforme espécie, linhagem, idade, sistema de cultivo e tipo de estressor, sendo ainda escassos os intervalos de referência consolidados para espécies nativas e híbridas cultivadas no Brasil.

Nesse contexto, a tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*) destaca-se como um dos principais híbridos utilizados na piscicultura brasileira, em função de sua rusticidade, rápido crescimento e tolerância a variações ambientais. Apesar de sua relevância produtiva, estudos recentes indicam que a tambatinga pode apresentar respostas hematológicas marcantes frente a diferentes agentes estressores, como manejo, biometrias rotineiras, choques térmicos e variações de oxigenação, com alterações consistentes em glicemia, hematócrito, hemoglobina e parâmetros celulares do sangue (Ferreira et al., 2017; Silva et al., 2024; Silva et al., 2025).

Além dos efeitos fisiológicos imediatos, o estresse pré-abate pode repercutir diretamente sobre a qualidade do pescado, influenciando o metabolismo muscular pós-morte, a instalação do rigor mortis e a capacidade de retenção de água do músculo, fatores determinantes para a estabilidade tecnológica e sensorial do filé. Dessa forma, compreender como diferentes agentes estressores afetam os índices hematológicos da tambatinga torna-se essencial não apenas para o manejo zootécnico, mas também para a sustentabilidade e a qualidade do produto final.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes agentes estressores sobre os índices hematológicos da tambatinga,

utilizando esses parâmetros como ferramentas de interpretação fisiológica e base para a discussão dos impactos do estresse sobre o bem-estar e a qualidade do pescado.

Material e Métodos

Os peixes utilizados no experimento foram procedentes de uma fazenda no bairro de Boa Viagem em São José de Ribamar, Maranhão. O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia do Pescado – LABTEP da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde foram utilizados 21 exemplares de tambatinga (figura 1) e tirada a medida de comprimento total e peso dos indivíduos. Os peixes foram capturados com o auxílio do petrecho de pesca, rede de arrasto, transferido em sacos plásticos e aclimatado em tanque de alvenarias localizado na Fazenda Escola da UEMA, recebendo ração comercial. No dia seguinte os peixes foram aclimatados em 3 caixas de 26 L (7 peixes por caixa), sendo utilizado 19 L, ficaram em repouso por 24 horas com oxigenação continua, permaneceram em jejum durante esse período de tempo.



Figura 1. Exemplar de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*).

O experimento consistiu em 3 tratamentos: Caixa 1 Controle com temperatura de 25.2°C e com oxigenação continua, Caixa 2 sem oxigenação durante o experimento com a temperatura de 25.2°C, Caixa 3 com oxigenação e com alteração da temperatura à 16°C, para alcançar a temperatura foi realizada substituição da água da caixa 3 por água refrigerada a 4°C até alcançar a temperatura supracitada.

O procedimento de anestesia deu-se início a partir da caixa controle onde foi diluído o Cloridrado de Lidocaína a 1,05mg/L, os peixes permaneceram no anestésico por 5 minutos, a partir daí foi retirado o primeiro exemplar, posteriormente pesado em balança eletrônica digital, e realizada a medida do comprimento total do animal com régua milimetrada. O sangue foi coletado com seringas de 1ml heparinizadas, através de punção branquial, uma alíquota foi utilizada para medir a glicose através das tiras reagentes para Medidor de Glicose G-Tech Free 1, onde a unidade de medida da glicose é representada em mg/dl, O sangue foi acondicionado nas seringas em seguida feito o preenchimento do tubo capilar, as duas extremidades foram vedadas com massa de modelar para evitar derramamento do material, e logo foi procedida a centrifugação. A centrifuga foi operada a 3.000 rpm, durante 10 minutos seguida de leitura de tabela apropriada conforme sugerido por Goldenfarb et al., (1971). Para realizar a contagem de eritrócitos totais.

Após a coleta do material, foram abatidos 15 peixes, 5 por tratamento, processo feito por meio de secção de medula. Foi realizada com uso de uma faca afiada a qual foi penetrada por um dos opérculos do peixe na posição de 30°, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma, em seguida mensurados os índices de rigor-mortis para os 15 desde 30 minutos após o abate considerado o tempo zero, até o momento que todos os peixes atingissem o estágio de rigor pleno, para isso todas as tambatinga foram enumeradas e medidas com um intervalo de 30 minutos, os peixes foram colocados sobre uma superfície plana, apoiados até a altura das nadadeiras pélvicas sinalizada com um alfinete na região caudal do corpo sem apoio. Após a mensuração do rigor, foi retirado o filé esquerdo e direito dos 6 peixes restantes, 2 de cada tratamento, para a realização da contração do filé. Para esse processo, foi feita as seguintes aferições: peso, comprimento total, altura e espessura, esse procedimento foi repetido até o filé retornar ao seu tamanho inicial.

Resultados e Discussão

Foram analisados 21 exemplares de tambatinga, cujas características morfométricas encontram-se apresentadas na tabela 1. Os valores médios de comprimento total e peso corporal indicam que os exemplares de tambatinga utilizados no experimento apresentaram relativa homogeneidade biométrica. Essa padronização é fundamental para assegurar que as variações observadas nos parâmetros hematológicos e nos indicadores de qualidade do pescado estejam associadas predominantemente aos agentes estressores avaliados, e não a diferenças individuais relacionadas ao porte dos animais.

Tabela 1. Valores médios dos níveis de glicemia e hematócrito em tambatinga submetidas a diferentes situações de estresse pré-abate.

Características morfométricas	Mínima	Máxima	Média
Comprimento Total (CT)	21,2	26,5	23,59
Peso Total (PT)	115	310	213

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estudos prévios com tambatinga e espécies parentais apontam que indivíduos nessa faixa de peso e comprimento apresentam metabolismo estável e respostas fisiológicas consistentes frente a estímulos de manejo e ambientais, o que reforça a adequação do lote experimental utilizado neste estudo.

Os valores médios de glicemia e hematócrito apresentados na tabela 2 não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($p>0,05$). No entanto, a análise integrada dos dados revela tendências fisiológicas claras, que indicam respostas diferenciadas dos peixes aos agentes estressores impostos.

Tabela 2. Valores médios dos níveis de glicemia e hematócrito em tambatinga submetidas a diferentes situações de estresse pré-abate

Tratamento	Parâmetros			
	Glicemia mg/dL ^{ns}		Hematócrito (%) ^{ns}	
	Valores médios	Variação	Valores médios	Variação
Controle	174,25±35,53	115 - 285	26,82±6,75	15,94 – 32,35
Temperatura	113,40±24,44	85 - 142	25,20±9,50	10,45 – 35,29
Oxigênio	137,00±16,08	115 - 149	32,36±5,95	28,36 – 42,65

Fonte: Elaborado pelos autores.

A glicemia apresentou maiores valores médios no tratamento controle, enquanto os menores valores foram observados no tratamento com variação de temperatura. Esse comportamento sugere que o choque térmico promoveu redução da atividade metabólica, resultando em menor mobilização de glicose circulante. Embora a glicemia seja amplamente reconhecida como um indicador sensível de estresse agudo (Morgan & Iwama, 1997), estudos recentes demonstram que espécies rústicas e híbridas, como a tambatinga, podem apresentar respostas atenuadas quando o estressor é de curta duração ou quando ocorre rápida adaptação fisiológica.

No tratamento com ausência de oxigenação, os valores glicêmicos intermediários observados na Tabela 2 indicam que a hipóxia representou um desafio fisiológico moderado. Essa resposta está de acordo com a literatura, que aponta que alterações glicêmicas mais expressivas ocorrem apenas quando a privação de oxigênio é prolongada ou associada a outros fatores estressantes, como manejo intenso ou altas densidades de estocagem.

Em relação ao hematócrito, os maiores valores médios observados no tratamento com oxigenação sugerem maior capacidade de transporte de oxigênio,

possivelmente associada à manutenção da atividade metabólica. Por outro lado, os menores valores registrados no tratamento com variação de temperatura podem estar relacionados a mecanismos compensatórios, como hemodiluição, frequentemente descritos em peixes submetidos a alterações térmicas abruptas (Houston, 1996).

Apesar da ausência de diferenças estatísticas significativas, os dados apresentados na Tabela 2 corroboram estudos que indicam que a tambatinga possui elevada capacidade de ajuste fisiológico, respondendo aos agentes estressores com alterações sutis, porém biologicamente relevantes.

A figura 2 evidencia diferenças claras na dinâmica de instalação do rigor mortis entre os tratamentos. Os peixes submetidos aos tratamentos controle e variação de temperatura atingiram o rigor pleno em aproximadamente 60 minutos, enquanto os exemplares do tratamento com oxigenação apresentaram atraso na instalação do rigor mortis, alcançando o rigor pleno apenas após cerca de 100 minutos.

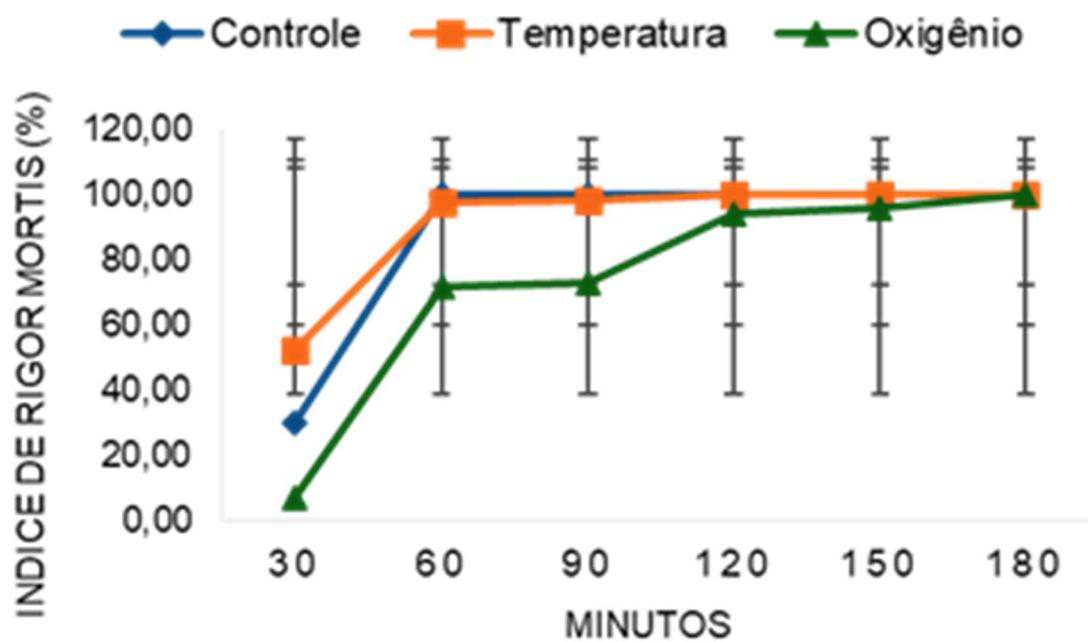


Figura 2. Dinâmica da velocidade de entrada em rigor mortis da Tambatinga submetida a diferentes situações de estresse pré-abate. Letras indicam diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse atraso observado no tratamento com oxigenação indica que os peixes encontravam-se em melhores condições fisiológicas no momento do abate, com maior disponibilidade de ATP muscular. Segundo Argenta (2012), a velocidade de instalação do rigor mortis está diretamente relacionada às reservas energéticas do músculo no momento da morte, sendo retardada quando o peixe apresenta menor nível de estresse pré-abate.

O método de abate por secção da medula, aliado à retirada imediata dos peixes da água, contribuiu para minimizar o estresse imediato, favorecendo uma

resposta fisiológica mais controlada no pós-morte. Esses resultados reforçam a importância do manejo pré-abate adequado para a preservação da qualidade do pescado, especialmente no que se refere à estabilidade muscular.

As Figuras 3 e 4 apresentam os percentuais de perda de peso dos filés ao longo do período de armazenamento, considerando tanto a perda irreversível quanto a perda por encolhimento. Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, os dados revelam padrões distintos de comportamento.

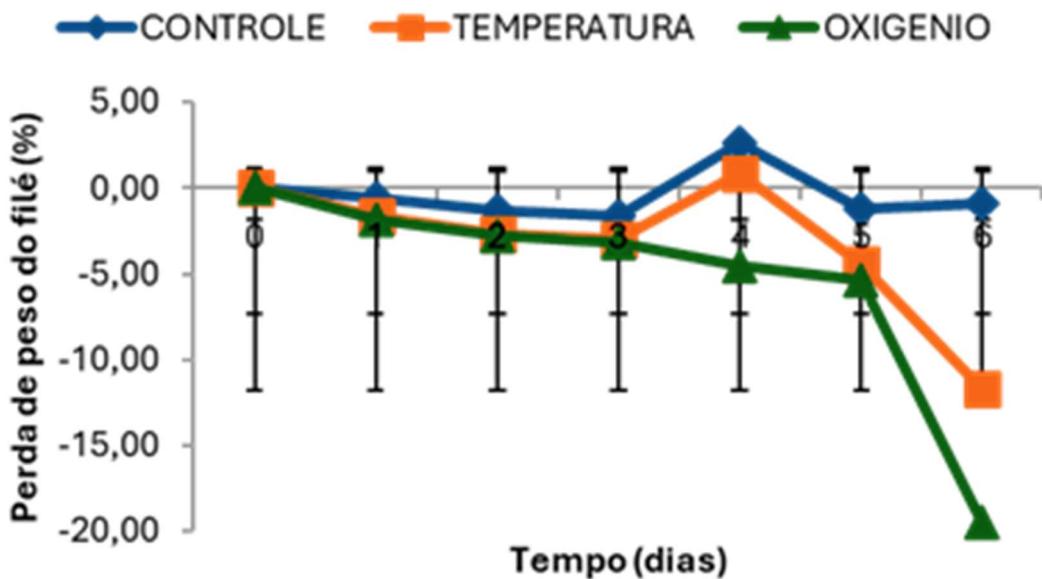


Figura 3. Percentual de perda de peso da tambatinga submetida a diferentes situações de estresse pré-abate. Letras indicam diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

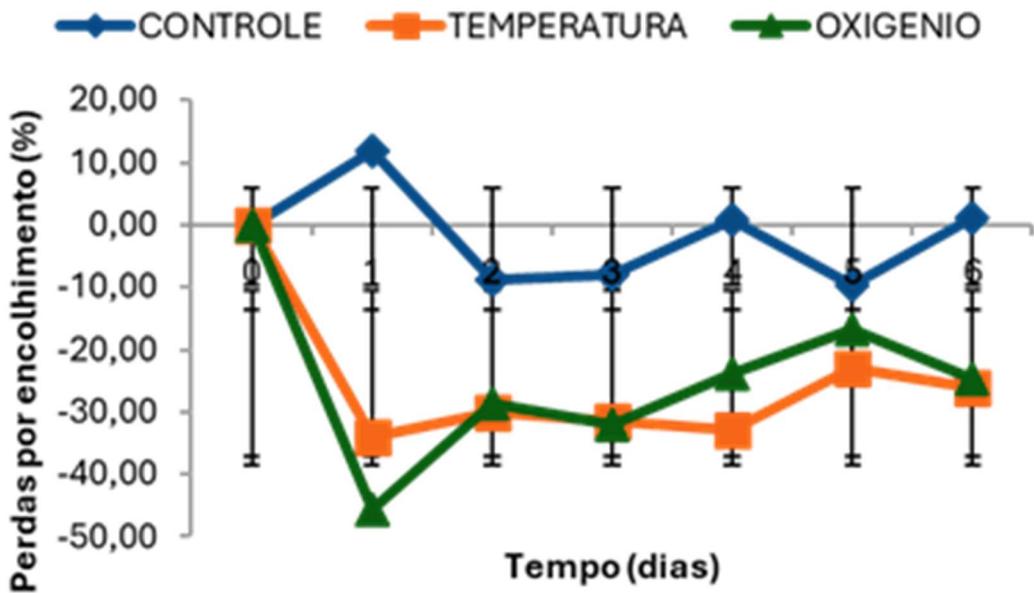


Figura 4. Percentual de perda por encolhimento da tambatinga submetida a diferentes situações de estresse pré-abate. Letras indicam diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os filés provenientes do tratamento com oxigenação apresentaram tendência a maiores perdas de peso a partir do quarto dia de armazenamento, conforme evidenciado na Figura 3. Esse resultado pode estar associado à maior atividade metabólica pré-abate, que, apesar de retardar o rigor mortis, pode favorecer alterações estruturais no músculo ao longo do armazenamento.

No tratamento com variação de temperatura, observou-se comportamento semelhante ao controle nos primeiros dias, com aumento progressivo das perdas após o quinto dia. Esses dados indicam que o estresse térmico pré-abate pode ter afetado a capacidade de retenção de água do músculo, intensificando processos de contração e exsudação durante o armazenamento.

A figura 4 demonstra que os tratamentos temperatura e oxigenação apresentaram maiores perdas por encolhimento, especialmente no primeiro dia pós-filetagem. Esse comportamento reforça a hipótese de que o estresse pré-abate influencia diretamente a estrutura muscular e a estabilidade do filé, conforme descrito por Santos (2013) e Vargas (2011), que destacam o papel do manejo e do momento da filetagem em relação ao rigor mortis na qualidade tecnológica do pescado.

A análise integrada das tabelas 1 e 2 e das figuras 2, 3 e 4 demonstra que, embora os agentes estressores avaliados não tenham provocado alterações hematológicas estatisticamente significativas, eles exerceram influência direta sobre parâmetros relacionados à qualidade do pescado. A tambatinga apresentou respostas fisiológicas moderadas, compatíveis com sua rusticidade, mas os efeitos do manejo pré-abate refletiram-se claramente na dinâmica do rigor mortis e na perda de peso dos filés.

Esses resultados evidenciam que parâmetros hematológicos, quando interpretados de forma integrada com indicadores de qualidade do pescado, constituem ferramentas valiosas para a avaliação do impacto do estresse em sistemas aquícolas, contribuindo para o aprimoramento das práticas de manejo e para a sustentabilidade da produção.

Considerações finais

Os resultados deste estudo demonstram que os agentes estressores avaliados: variação de temperatura e disponibilidade de oxigênio, não promoveram alterações hematológicas estatisticamente significativas na tambatinga, conforme evidenciado pelos valores de glicemia e hematócrito apresentados na tabela 2. Esses achados indicam elevada capacidade de adaptação fisiológica da espécie frente a estressores de curta duração, característica compatível com sua rusticidade e ampla utilização na piscicultura brasileira.

Apesar da estabilidade dos índices hematológicos, a análise integrada dos dados revelou que as condições pré-abate influenciaram de forma consistente parâmetros relacionados à qualidade do pescado. A dinâmica de instalação do rigor mortis (figura 2) evidenciou atraso significativo nos peixes submetidos à

oxigenação, sugerindo maior disponibilidade de reservas energéticas musculares no momento do abate. Esse comportamento indica que o manejo pré-abate exerce papel determinante sobre o metabolismo pós-morte, mesmo quando não são observadas respostas hematológicas expressivas.

De forma complementar, a avaliação da perda de peso dos filés ao longo do armazenamento (figuras 3 e 4) demonstrou tendências distintas entre os tratamentos, com maiores perdas associadas aos peixes submetidos à variação de temperatura e à oxigenação. Esses resultados reforçam que o estresse pré-abate pode comprometer a capacidade de retenção de água do músculo, afetando a estabilidade tecnológica do filé, ainda que de maneira não significativa do ponto de vista estatístico.

A partir desses achados, evidencia-se que a ausência de alterações hematológicas significativas não implica, necessariamente, ausência de impactos sobre a qualidade do pescado. Assim, a interpretação dos parâmetros fisiológicos deve ser realizada de forma integrada com indicadores tecnológicos, como rigor mortis e perda de peso, de modo a compreender plenamente os efeitos do estresse nos sistemas produtivos.

Conclui-se que a tambatinga apresenta elevada tolerância fisiológica aos agentes estressores avaliados; entretanto, práticas de manejo pré-abate adequadas são essenciais para preservar a qualidade do pescado. O método de abate por secção da medula, associado à retirada imediata dos peixes da água, mostrou-se eficiente, contribuindo para minimizar o estresse imediato e favorecer melhores condições metabólicas no pós-morte.

Dessa forma, os resultados obtidos contribuem para o aprimoramento das estratégias de manejo e dos protocolos de abate na piscicultura, fornecendo subsídios técnicos para a produção de pescado com melhor qualidade, maior estabilidade e alinhado às exigências de bem-estar animal.

Referências Bibliográficas

- AHMED, I., RESHI, Q., & FAZIO, F. (2020) The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review. *Aquaculture International*, 28, 869 - 899. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00501-3>
- ARGENTA, F. F. (2012) Tecnologia de Pescado: Características e Processamento da Matéria Prima. 60 f. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS. Porto Alegre, 2012.
- BURGOS-ACEVES, M., LIONETTI, L., & FAGGIO, C. (2019). Multidisciplinary haematology as prognostic device in environmental and xenobiotic stress-induced response in fish. *The Science of the total environment*, 670, 1170-1183. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.275>

FERREIRA, C., GAMA, K., HOSHIBA, M., POVH, J., & ABREU, J. (2017). Routine exposure to biometric procedures in fish farming reveals differences in stress response in tambaqui and hybrid tambatinga. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 44(vol. esp.): 1-10. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.1.10>

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. (1971) Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*. 56(1), p.35-39. <https://doi.org/10.1093/ajcp/56.1.35>

HOUSTON, A.H.; DOBRIC, N.; KAHURANANGA, R. (1996) The nature of hematological response in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 15: 339-347. <https://doi.org/10.1007/bf02112361>

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K.; (1997) Measurements of stressed states in the field. IN IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. (Eds.). *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge: University Press, p. 247-270.

ROCHE, H., & BOGÉ, G. (1996) Fish blood parameters as a potential tool for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication. *Marine Environmental Research*, 41, 27-43. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(95\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0141-1136(95)00015-1)

SANTOS, E.C.B. (2013) Métodos de abate e qualidade da tilápia do nilo. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 100f.

SEIBEL, H., BAßMANN, B., & REBL, A. (2021) Blood Will Tell: What Hematological Analyses Can Reveal About Fish Welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 616955. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.616955>

SHAHJAHAN, M., ISLAM, M., HOSSAIN, M., MISHU, M., HASAN, J., & BROWN, C. (2022) Blood biomarkers as diagnostic tools: An overview of climate-driven stress responses in fish. *The Science of the total environment*, 156910. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156910>

SILVA, S., DE MORAIS CARVALHO ANANIAS, I., MAGALHÃES, T., DE SENA SOUZA, A., SANTOS, F., MELO, N., MURGAS, L., FAVERO, G., & LUZ, R. (2024). Hematological, biochemical and oxidative responses induced by thermal shock in juvenile Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and its hybrid Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 50, 1079 - 1092. <https://doi.org/10.1007/s10695-024-01321-w>

SILVA, S., ANANIAS, I., MAGALHÃES, T., DE FREITAS MARTINS, W., SOUZA, A., SANTOS, F., MELO, N., MURGAS, L., PASCHOALINI, A., BAZZOLI, N., FAVERO, G., & LUZ, R. (2025). Effects of osmotic shock on survival, hematological and metabolic responses, antioxidant status and gill histology of juveniles of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the hybrid tambatinga (♀ *C.*

macropomum × ♂ *Piaractus brachypomus*). Aquaculture, 612(1), 743077.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.743077>

VARGAS, S.C. (2011) Avaliação de método de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenado em gelo; Sheyla Cristina Vargas. -- Pirassununga, 87 f.