



Detecção do off-flavor na carne da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* alimentada com dietas contendo diferentes níveis de hidrolisado enzimático de penas

Vanessa Lopes Fernandes¹, Pauliana Leão de Souza¹, Daniel da Silva Ladislau³, Maiko Scheibel⁴, Fábio Bittencourt⁵, Altevir Signor⁶, Wilson Rogério Boscolo⁷



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p1920-1935>

Artigo recebido em 21 de Julho e publicado em 31 de Agosto de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar a presença de *off-flavor* no filé de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* alimentada com dietas contendo diferentes níveis de hidrolisado enzimático de penas (HEP). Os peixes foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado. Alimentados quatro vezes ao dia (8, 11, 14 e 17 horas) com seis dietas formuladas com diferentes níveis de inclusão de hidrolisado enzimático de penas (0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% e 2,5%). A realização da análise sensorial contou com a colaboração de 30 avaliadores não treinados, os quais atribuíram notas de 1 a 3 (1= não aceitável; 2= ausente ou indefinido e 3=sim aceitável) para o atributo sabor. Os resultados demonstraram que os filés que corresponderam ao tratamento controle (T0), apresentaram maior intensidade de *off-flavor* (30%) quando comparados com os demais. Aqueles submetidos ao tratamento T1 apresentaram melhores aceitações pelos avaliadores (65%). As amostras de filés de tilápia submetidas à análise sensorial obtiveram índice de aceitabilidade (IA) superior a 70% para o atributo sabor. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para o atributo sabor. A dieta de tilápias do Nilo em fase final com diferentes níveis de Hidrolisado Enzimático de Penas (HEP) demonstrou bons resultados quanto a eliminação de *off-flavor*, podendo-se aferir que o tratamento T1 (0,5% de inclusão de HEP) é o mais adequado.

Palavras-chave: Alimento, Peixe, Sabor desagradável, Mercado.



Detection of off-flavor in the meat of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed diets containing different levels of enzymatic feather hydrolysate

ABSTRACT

Unpleasant flavors in the meat of fish farmed in freshwater have been a growing concern. The aim of this study was to verify the presence of off-flavors in the fillet of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed diets containing different levels of enzymatic hydrolysate of feathers (HEP). The fish were distributed in a completely randomized experimental design. They were fed four times a day (8, 11, 14 and 17 hours) with six diets formulated with different levels of inclusion of enzymatic hydrolysate of feathers (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5%). The sensory analysis was carried out with the collaboration of 30 untrained evaluators, who assigned scores from 1 to 3 (1 = not acceptable; 2 = absent or undefined and 3 = yes acceptable) for the flavor attribute. The results showed that the fillets that corresponded to the control treatment (T0) presented a higher intensity of off-flavor (30%) when compared to the others. Those submitted to the T1 treatment were the ones with the best acceptance by the evaluators (65%). The tilapia fillet samples submitted to sensory analysis obtained an acceptability index (AI) higher than 70% for the flavor attribute. There were no statistically significant differences between the treatments for the flavor attribute. The Nile tilapia diet in the final phase with different levels of Enzymatic Feather Hydrolysate (HEP) demonstrated good results when eliminating off-flavor, and it can be inferred that the T1 treatment (0.5% HEP inclusion) is the most appropriate and its high acceptance is indicative of the viability of the product production in the food industry.

Keywords: Food, Fish, Unpleasant taste, Market.

Instituição afiliada – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus Toledo, Paraná.

Autor correspondente: Vanessa Lopes Fernandes vanessalfernandes@outlook.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

Na busca por uma alimentação mais saudável, a carne de tilápia tem ganhado destaque, principalmente por suas características como maciez da textura, suavizes de sabor e baixa concentração de gordura, além de ser uma rica fonte de proteína, minerais e vitaminas (BOSCOLO et al., 2007). A crescente preocupação com a presença de sabores desagradáveis a carne do peixe limita a aceitação por parte dos consumidores e da indústria, tornando-se vital a identificação da formação de sabores desagradáveis na carne, especialmente de espécies cultivadas em água doce (ZHOU et al., 2024).

O mercado consumidor está cada vez mais exigente em relação a qualidade do sabor da carne de peixes cultivados, alguns fatores afetam diretamente suas propriedades organolépticas, entre esses a má qualidade da água de cultivo, com a proliferação de algas responsáveis pela produção de um composto orgânico associado a alterações responsáveis por descaracterizar a natureza dos pescados (KUBITZA, 2003; SOUZA et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2017; VERÍSSIMO et al., 2021; MORETTO et al., 2022). O peixe absorve esse composto por meio do trato gastrointestinal, pele e brânquias e armazena-o no tecido adiposo (VERÍSSIMO, 2018).

Essa proliferação de algas ocorre quando há aumento da matéria orgânica no ambiente aquático. O ideal é que a qualidade da água e a quantidade de matéria orgânica sejam controladas de forma sistemática para evitar a presença de *off-flavor* no pescado (EMBRAPA, 2013).

Sabe-se que a busca por um melhor desempenho zootécnico e por muitas vezes altas densidades tem aumentado e eutrofização na água, como consequência interferindo na característica organoléptica do pescado (SOUZA et al., 2012). A maioria dos métodos utilizados para redução do off-flavor é aplicada no pré-abate no tanque de depuração (PIMENTA; GESTO, 2011; MISCHÉ et al., 2012). Porém, requer um período de dez a 15 dias a temperatura de 16°C, podendo resultar em uma perda significativa de peso (KUBITZA, 1999).

Empregar rações de boa qualidade e em quantidades adequadas tem como finalidade aprimorar o desempenho zootécnico, preservando a qualidade da água e bem-estar dos animais (EMBRAPA, 2013). Segundo Boscolo et al. (2007) ao utilizar



rações de forma eficiente, o sistema de criação torna-se mais sustentável. Ingredientes de alta digestibilidade são essenciais para reduzir efluentes e suportar altas densidades.

Nesse sentido, o hidrolisado enzimático de penas é um ingrediente proteico que apresenta aminoácidos de alta digestibilidade e peptídeos bioativos de fácil e rápida absorção pelo organismo animal, esses peptídeos entram rapidamente na corrente sanguínea e são direcionados às células para cumprir suas funções biológicas como ação antioxidante e melhora no desempenho zootécnico (BRF, 2023; SONG et al., 2024). Proporcionando menor geração de efluentes no ambiente aquático evitando a proliferação de algas responsáveis pelo *off-flavor*. Diante disto, o objetivo do presente estudo esteve em analisar a presença de *off-flavor* em filés de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de hidrolisado enzimático de penas.

METODOLOGIA

Declaração sobre Considerações Éticas

Todos os procedimentos sobre a criação de tilápia do Nilo e testes de degustação foram realizados de acordo com as diretrizes do Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção-CEUAP (nº 4419) e em Pesquisa com Seres Humanos-CEP (nº 54446521.2.0000.0107) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil.

Sistema de Cultivo e os Peixes

O experimento foi conduzido nas dependências do laboratório do Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura-Gemaq, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Toledo, na região Oeste do Estado do Paraná. Inicialmente, foram selecionados aleatoriamente 240 juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Posteriormente, os peixes foram distribuídos em lotes com 10 peixes por tanque, com peso médio inicial de 70 gramas. Utilizou-se 24 tanques cilíndricos verticais de polietileno com capacidade de 500 L.

Cada tanque fez parte de um sistema de recirculação, onde a água foi constantemente substituída por fluxo contínuo. A qualidade de água foi avaliada pelos seguintes parâmetros: nitrito (0,5 mg/L), amônia tóxica (0,002 mg/L), amônia total (0,25



mg/L) e pH (6,8), utilizando o kit da marca LabconTest®. A temperatura (26,5°C) e o oxigênio dissolvido (6,20 mg/L) foram medidos a cada três dias com um multiparâmetro (YSI-PRO PLUS). A limpeza das unidades experimentais foi realizada pelo método de sifonagem, com renovação diária da água em todos os tanques e limpeza do filtro. A luminosidade seguiu as oscilações naturais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os peixes foram alimentados durante 60 dias, quatro vezes ao dia (8h, 11h, 14h e 17h) e a escolha de cada tratamento foi realizada de maneira aleatória por meio de sorteio. Após 65 dias de alimentação os peixes atingiram o peso médio de 400 gramas. Para a realização da avaliação sensorial, três peixes de cada tanque foram sedados com Eugenol 50mg/L (RAIRAT et al., 2021) e eutanasiados com secção de medula, eviscerados e filetados.

Preparação e Formulação da Ração

Cinco dietas foram formuladas com diferentes níveis de inclusão de hidrolisado enzimático de penas obtidos por um fabricante local (0,5%; 1%; 1,5%; 2% e 2,5%) e uma dieta controle contendo farinha de penas. A fabricação da dieta experimental ocorreu na fábrica de ração do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura-Gemaq.

Os ingredientes sólidos das rações foram misturados e triturados duas vezes: primeiro em uma peneira de 0,6mm e depois em uma peneira de 0,3 mm. A mistura foi agitada por 15 minutos em um misturador mecânico tipo “Y” (modelo MA 200, Marconi Equipamentos Laboratoriais). Em seguida, a ração foi extrusada com granulometria de 3 mm. O ingrediente teste (HEP) foi fornecido pela empresa BRF Ingredient's®.

Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada nas dependências do Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Toledo, no período de um dia. Participaram da avaliação sensorial dos filés 30 avaliadores com idade entre 20 e 30 anos, a maioria dos provadores constituiu-se de pessoas do sexo feminino estudantes dos cursos de graduação em Engenharia de Pesca e Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca do campus.



Antes de iniciar o teste sensorial, os participantes receberam um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde foram apresentadas as etapas do procedimento do teste, os riscos e direitos dos participantes da pesquisa. Após concordância e assinatura do termo, cada avaliador recebeu uma ficha para análise sensorial das amostras de filés. Nas fichas, os avaliadores classificaram seu nível de aceitação do sabor como: “sim aceitável” (nota 3), “ausente/indefinido” (nota 2) e “não aceitável” (nota 1). Entre cada intervalo dos testes, foi oferecido um copo de água para a limpeza do palato dos provadores.

Os filés de tilápia foram identificados conforme cada tratamento e cortados em pedaços menores, onde previamente foi adicionado 0,160g de sal e posteriormente as amostras foram levadas ao aparelho microondas para o cozimento por três minutos. Posteriormente, as amostras foram servidas em pratos descartáveis com porções de aproximadamente 1g de cada tratamento, selecionados aleatoriamente, seguindo protocolos descritos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O índice de aceitabilidade (IA) em relação ao sabor foi determinado pela equação (DUTCOSKY, 2019):

$$IA (\%) = A \times 100 / B \quad (1)$$

onde:

IA= Índice de aceitabilidade;

A= Nota média obtida para o produto;

B= Nota máxima dada ao produto.

O parâmetro do Índice de aceitabilidade estabelecido foi o valor de igual ou >70%, seguindo as recomendações de Amaral et al. (2016).

Análise de Dados

A normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados foram obtidos pelos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Levene* respectivamente. Para posteriormente serem

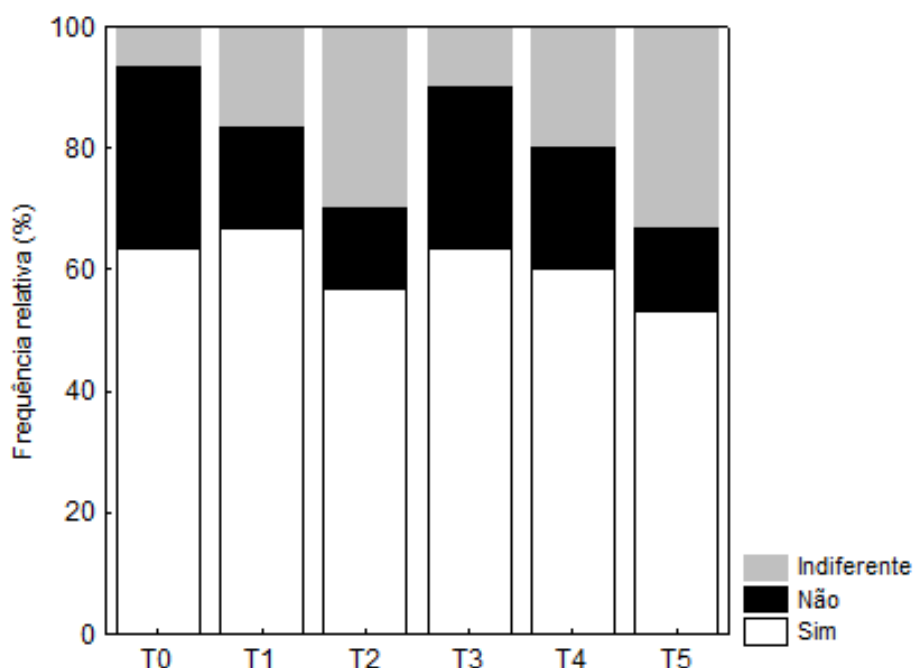


submetidos a uma ANOVA unidirecional com auxílio das ferramentas do programa estatístico Statistica® 7.0. Quando os testes mostraram significância, as médias individuais foram comparadas usando o teste *Tukey*. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação sensorial demonstrou que os filés correspondentes ao controle (T0) apresentaram maior intensidade de *off-flavor*, com a maioria dos avaliadores considerando como sendo “não aceitável” (30%) (Figura 1).

Figura 1. Percentual de aceitação dos filés de tilápia conforme os provadores.



Legenda: T0= controle, T1=0,5% de HEP, T2=1% de HEP, T3=1,5% de HEP, T4=2% de HEP e T5=2,5% de HEP. Fonte: Autores, 2025.

A presença de *off-flavor* ou “gosto de barro” em peixes cultivados ainda é um entrave na produção brasileira, e geralmente sua ocorrência está associada a ações de bactérias presentes na água e solo dos ambientes de cultivo (MATTHIENSEN et al., 2012). Por exemplo, as populações de cianobactérias e actinomicetos, organismos responsáveis pela produção de geosmina e do 2-metilisoborneol, substâncias que são absorvidas pelo tecido, trato digestivo e brânquias dos peixes, são as responsáveis pelo



gosto de terra e morfo na carne (MATTHIENSEN et al., 2012; SOUZA et al., 2012; MORETTO et al., 2022). Recentemente, Lacerda et al. (2025) investigando a presença de *off-flavor* em produção de tilápia do Nilo *O. niloticus* em tanques escavados na região de Xique-Xique, nordeste do país, atribuíram a presença de compostos como geosmina e o 2-metilisoborneol (MIB) a causa de sabores indesejados na carne do peixe.

A proliferação de microrganismos (algas, fungos, cianobactérias e outros) associados a ocorrências de sabores estranhos (*off-flavor*) na carne dos peixes de cultivo, é influenciado por diferentes fatores, entre eles a presença excessiva de fósforo, matéria orgânica e micronutrientes nos ambientes de produção (MORETTO et al., 2022). No estudo desenvolvido por Lopes et al. (2022), os autores avaliaram a influência da produção de tilápia em tanques-rede em lagos tropicais naturais no Brasil, com a produção de metabólitos (geosmina e 2-metilisoborneol) na água e sedimento, e constataram que em lagos com criações onde as concentrações de fósforo e amônia foram maiores, houve também maior incidência de cianofíceas e a presença dos metabólitos geosmina e 2-metilisoborneol.

Os parâmetros de qualidade de água e sedimentos têm implicações direta na qualidade da carne dos peixes cultivados, principalmente a alta carga de nutrientes nos ambientes de cultivo, conforme é demonstrado por diferentes estudos envolvendo espécies de peixes comerciais na aquicultura, caso da tilápia *O. niloticus* (RAZU et al., 2023), catfish (MISCHKE et al., 2012) e pangasius catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (RAHMAN et al., 2021). Em viveiros de cultivo de tilápia com alta carga de nutrientes, as principais origens biológicas da geosmina são bactérias do gênero *Anabaena* sp. e *Oscillatoria* sp., enquanto a fonte de 2-metilisoborneol (MIB) são as bactérias pertencentes ao gênero *Pseudanabaena* sp. (PIMOLRAT et al., 2015).

Nos peixes, os compostos orgânicos responsáveis pelo sabor desagradável são absorvidos geralmente por meio do trato gastrointestinal, pele e brânquias ou armazenadas no tecido adiposo (LUKASSEN et al., 2019; VERÍSSIMO et al., 2021). Diante disto, diferentes estratégias têm sido adotadas no decorrer dos anos visando a mitigação do sabor desagradável (*off-flavor*) na carne do pescado (MOHAMMADI et al., 2021; ZHOU et al., 2024). Por exemplo, o uso de rações de boa qualidade na alimentação dos animais, em quantidades mínimas e balanceadas, visando proporcionar um bom desempenho zootécnico, e preservando a qualidade da água e o bem-estar dos animais

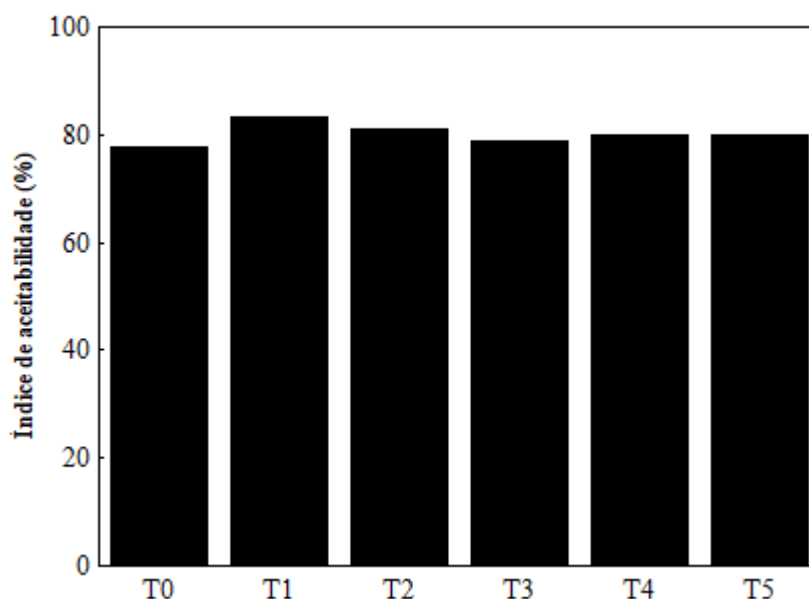


(MORO; RODRIGUES, 2015). Geralmente a maioria dos métodos utilizados para redução do *off-flavor* é aplicada no pré-abate no tanque de depuração (GETU et al., 2015).

Diferentemente dos filés do tratamento controle, aqueles submetidos ao tratamento T1 foram os que obtiveram maiores aceitações pelos avaliadores, atribuindo o conceito de “sim aceitável” (67%). Enquanto, entre os provadores que classificaram os filés como “ausente/indefinido”, 30% fizeram referência aos filés dos tratamentos T2 e 33% ao tratamento T5 (Figura 2). A adição do hidrolisado enzimático de penas (HEP) na dieta dos peixes demonstrou-se eficaz na redução da percepção sensorial do *off-flavor* na carne dos peixes, especialmente em baixas concentração. Similar ao que foi observado nos estudos desenvolvidos por Veríssimo et al. (2021) e Silva e Piana (2020). O primeiro, os autores adicionaram diferentes concentrações de ácido cítrico à filés de pacamã *Lephiosilurus alexandri* e notaram que o aditivo diminuiu a carga microbiana e interferiu nas propriedades físico-químicas da carne, além de influenciar na percepção sensorial dos avaliadores em relação ao *off-flavor* nos filés. Enquanto no segundo, os pesquisadores notaram que adição de sais em sistemas de bioflocos reduziu a aceitabilidade do pescado pelos provadores.

O Índice de Aceitabilidade (IA) demonstrou que as amostras de filé de tilápia obtiveram escores de aceitação pelos avaliadores para o atributo sabor superior a 70% para todos os tratamentos, estando acima do limite de corte, o que demonstra que os filés foram bem aceitos pelos avaliadores (Figura 3). O grau de aceitação do sabor das amostras de filés foi menor que os obtidos para outros produtos derivados de pescado, como *fishburger* (95,6%) (AMARAL et al., 2016), *nuggets* (92,4%) e almôndegas (89,4%) (BORGES et al., 2011).

Figura 3. Índice de aceitabilidade (IA) do sabor dos filés de tilápia pelos provadores em porcentagem.



Legenda: T0= controle, T1=0,5% de HEP, T2=1% de HEP, T3=1,5% de HEP, T4=2% de HEP e T5=2,5% de HEP. Fonte: Autores, 2025.

Não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os resultados da análise sensorial para as amostras de filés de tilápia para o atributo sabor (Tabela 2). De acordo com Oliveira e Vieira (2022), a aceitação de alimentos e bebidas pelos consumidores é influenciada por diferentes fatores, entre eles estão a marca do produto, o rótulo do alimento, crenças e expectativas prévias, assim como valores culturais. Além do hábito e padrões culturais, a aceitabilidade do produto por parte dos consumidores é dependente da sensibilidade individual (KURODA et al., 2020). Por exemplo, Rossato et al. (2021) avaliando a qualidade e aceitação de carnes de tilápias submetidas ou não a procedimentos de depuração, notaram diferenças significativas na percepção sensorial entre avaliadores do sexo feminino e masculino, qual os autores atribuíram tais resultados as preferências de sabor específicas de cada grupo, com o primeiro preferindo carnes com sabores menos acentuados.

Tabela 2. Atributo sabor dos filés de tilápia quanto a presença de *off-flavor* (médias das notas atribuídas).

Tratamento	Notas*
T0	2,33±0,92
T1	2,50±0,78
T2	2,43±0,73
T3	2,37±0,89



T4	2,40±0,81
T5	2,40±0,72

Legenda: *Médias e desvio padrão das notas atribuídas pelos provadores para o atributo sabor, T0= controle, T1=0,5% de HEP, T2=1% de HEP, T3=1,5% de HEP, T4=2% de HEP e T5=2,5% de HEP. Fonte: Autores, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filés de tilápias alimentadas com hidrolisado enzimático de penas (HEP) não apresentaram presença significativa de *off-flavor* em sua composição conforme demonstrado por meio de análise sensorial. Além disso, os índices de aceitabilidade dos filés foram satisfatórios, demonstrando que a comercialização do produto é viável. Por fim, conclui-se que a inclusão do hidrolisado enzimático de penas (HEP) em dietas de tilápias é um alimento alternativo que reduz a presença de *off-flavor* na carne, especialmente em peixes alimentados com dieta contendo até 0,5% de inclusão de HEP.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à empresa BRF® (Brasil Foods) pelo fornecimento do ingrediente testado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. T.; RODRIGUES, F. C.; SOUZA, P. L.; JIMENEZ, É. A. The elaboration and the evaluation of the acceptability of the burger of acará-açú (*Lobotes surinamensis*) in the macapaense market – AP, Brazil. *Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde*, v. 11, n. 4, p. 965–975, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/demetra.2016.18445>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- BORGES, N. S.; PASSOS, E. C.; STEDEFELDT, E.; DE ROSSO, V. V. Aceitabilidade e qualidade dos produtos de pescado desenvolvidos para alimentação escolar da Baixada Santista. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 441–448, 2011.
- BOSCOLO, W. R. et al. *Industrialização de tilápias*. Maringá: GFM Gráfica e Editora, 2007. 127 p. ISBN 8550308008.
- BRF. Peptídeos bioativos: nutrição animal mais eficiente. *BRF Ingredientes*, 18 mar. 2023. Disponível em: <https://www.brfindredients.com/pt%20br/blog/posts/fenagra-2023-brfi-apresenta-bioactio-efficiency>. Acesso em: 15 abr. 2025.



- DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 5. ed. rev. Curitiba: PUCPRESS, 2019. 540 p.
- EMBRAPA. Despesca e abate de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O. et al. (ed.). *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 11.
- FIGUEIREDO, F. M. et al. Qualidade da água na piscicultura. In: CAVALI, J.; LOPES, Y. V. A. (orgs.). *Piscicultura e meio ambiente: estudos e perspectivas na Amazônia*. Porto Velho, RO: EDUFRO-UNIR, 2017. p. 63–78.
- GETU, A.; MISGANAW, K.; BAZEZE, M. Post-harvesting and major related problems of fish production. *Fisheries and Aquaculture Journal*, v. 6, n. 4, p. 2–6, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000154>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- KURODA, C. N. et al. Conservação e qualidade de filés de grumetã (*Prochilodus lineatus*) após diferentes períodos de depuração e congelamento. *Ciência Animal Brasileira*, v. 21, e-62701, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-62701>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- KUBITZA, F. Off-flavor, nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. *Panorama da Aqüicultura*, v. 9, n. 54, p. 39–49, 1999.
- KUBITZA, F. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. 1. ed. [S.l.]: Editora KUBITZA, 2003. 229 p.
- LACERDA, N. F. et al. Off-flavor na produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 18, n. 1, p. 1–19, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.1-060>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- LOPES, T. O. M. et al. Off-flavor detection in tilapia reared in cages in tropical lakes. *Aquaculture*, v. 555, 7382215, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738215>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- LUKASSEN, M. B. et al. Microbial production of the off-flavor geosmin in tilapia production in Brazilian water reservoirs: importance of bacteria in the intestine and other fish-associated environments. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02447>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- MATTHIENSEN, A.; GALVÃO, J. A.; PINTO, J. S. S. Off-flavour em peixes cultivados é, ainda, dificuldades para produção nacional. *Visão Agrícola*, n. 11, p. 49–53, 2012.
- MISCHKE, C. C.; TUCKER, C. S.; LI, M. H. Channel catfish polyculture with fathead minnows or threadfin shad: effects on pond plankton communities and catfish fillet flavor, color, and fatty acid composition. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 43, n. 2, p. 208–217, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2012.00551.x>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- MOHAMMADI, M.; ALIZADEH, A. M.; MEYBODI, N. M. Off-flavors in fish: a review of potential development mechanisms, identification and prevention methods. *Journal of Human Environment and Health Promotion*, v. 7, n. 3, p. 120–128, 2021. Disponível em:



<https://doi.org/10.52547/jhehp.7.3.120>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MORETTO, J. A. et al. Off-flavors in aquacultured fish: origins and implications for consumers. *Fishes*, v. 7, n. 34, p. 2–12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fishes7010034>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MORO, G. V.; RODRIGUES, A. P. O. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. 1. ed. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2015. 32 p.

OLIVEIRA, V. C.; VIEIRA, E. N. R. Influência das características não sensoriais na aceitação sensorial de alimentos e bebidas. In: MEDEIROS, J. A.; NIRO, C. M. (Ed.). *II Congresso Brasileiro de Produção Animal e Vegetal*. Rio Grande do Norte-RN: Agron Food Academy, 2022. p. 674–683. Disponível em: <https://doi.org/10.53934/9786585062039-58>. Acesso em: 20 ago. 2025.

PIMENTA, M. E. S. G.; GESTO, M. C. Tecnologia de pós-colheita em peixes. Lavras: UFLA/AEPE, 2011.

PIMOLRAT, P. et al. Off-flavor characterization in high-nutrient-load tilapia ponds in Northern Thailand. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 15, p. 273–281, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_09. Acesso em: 20 ago. 2025.

RAIRAT, T. et al. Determination of optimal doses and minimum effective concentrations of tricaine methanesulfonate, 2-phenoxyethanol and eugenol for laboratory managements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animals*, v. 11, n. 6, p. 1521, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani11061521>. Acesso em: 20 ago. 2025.

RAHMAN, A.; KHAN, M. N. A.; REZA, S. Sources of off-flavor in pangasius catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) ponds. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, v. 10, n. 3, p. 138–144, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15406/jamb.2021.10.00315>. Acesso em: 20 ago. 2025.

RAZU, A. A.; HAQUE, S. A.; KHAN, M. N. A.; KAMAL, M.; REZA, M. S. Sources of off-flavor in high nutrient-load Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ponds in north-central Bangladesh. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, v. 12, n. 1, p. 20–26, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15406/jamb.2023.12.00352>. Acesso em: 20 ago. 2025.

ROSSATO, S. et al. Análise da aceitabilidade da carne de peixe com ou sem procedimento de depuração. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 9, p. 93973–93992, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-523>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SILVA, T. S.; PIANA, P. A. Production of tilapia in biofloc with different salt conditions: an evaluation of body composition and organoleptic properties. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 46, n. 1, p. e537, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.1.537>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SONG, L.; CHEN, Y.; LIU, H.; ZHANG, X. Preparation, biological activities, and potential applications of hen egg-derived peptides: a review. *Foods*, v. 13, n. 6, e885, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13060885>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SOUZA, S. M. G.; MATHIES, V. D.; FIORAVANZO, R. F. Off-flavor por geosmina e 2-metilisoborneol na aquicultura. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 2, p. 835–846, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p835>. Acesso em: 20 ago. 2025.



VERÍSSIMO, S. A. O. et al. Ação do ácido cítrico na redução do off-flavour e na qualidade microbiológica e físico-química de filé de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). In: CORDEIRO, C. A. M.; BORDIGNON, A. C.; AFONSO, A. M. (Org.). *Ciência e Tecnologia do Pescado: Uma análise Pluralista*. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021. v. 3, p. 59–76. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/210805930>. Acesso em: 20 ago. 2025.

VERÍSSIMO, S. A. O. Ação do ácido cítrico na redução do *off-flavor* e na qualidade microbiológica e físico-química de filé de pacamã (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876). Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2018.

ZHOU, Y. et al. From formation to solutions: off-flavors and innovative removal strategies for farmed freshwater fish. *Trends in Food Science & Technology*, n. 144, p. 104318, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104318>. Acesso em: 20 ago. 2025.