

# TÓPICOS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

VOLUME II

**WESCLEN VILAR  
NOGUEIRA**  
ORG.



2021

**Wesclen Vilar Nogueira**  
Organizador

**TÓPICOS EM CIÊNCIA**  
**DOS ALIMENTOS**  
VOLUME II



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora  
Copyright do Texto© 2021 Os Autores  
Copyright da Edição© 2021 Pantanal Editora  
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo  
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera  
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capas: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – UFESSPA
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza – UFF
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela – IFPR
- Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann – UFJF
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos – FAQ
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
T673	Tópicos em ciência dos alimentos [livro eletrônico] : volume II / Organizador Wesclen Vilar Nogueira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 81p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-88319-69-7 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319697">https://doi.org/10.46420/9786588319697</a>  1. Alimentos – Análise. 2. Tecnologia de alimentos. I. Nogueira, Wesclen Vilar.  CDD 664.07
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A economia mundial provoca com frequência grandes mudanças nos setores produtivos de alimentos. Desta forma, desafios diários são impostos para que o processamento de alimentos contemple as exigências dos consumidores e legislação vigente. Assim, conhecer alguns pontos que podem interferir ou contribuir para a produção de alimentos é de extrema importância.

Neste sentido, o segundo volume do e-book *Tópicos em Ciência dos Alimentos* aborda pontos importantes para produção de alimentos como: ocorrência de contaminantes em bebidas, determinação de metabólitos secundários de plantas e bioacessibilidade de compostos. Além disso, relata algumas alternativas que contribuem para o aumento da produção de alimentos (e.g. aditivos e melhoramento genético).

O conteúdo abordado demonstra a multidisciplinaridade da área de Ciência dos Alimentos sobre diferentes aspectos e realidades, de modo a suprir a escassez de material na literatura sobre os assuntos muitas vezes desconhecidos. Além disso, contribui para o acesso ao conhecimento em uma linguagem contextualizada e de fácil compreensão aos leitores. Assim, espero que os temas sejam de grande proveito e ofereçam subsídios teórico-metodológicos para profissionais da área de Ciência dos Alimentos e áreas afins.

**O organizador**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I</b>	<b>6</b>
Micotoxinas em cervejas: ocorrência e risco de exposição para população brasileira	6
<b>Capítulo II</b>	<b>20</b>
Determinação de compostos fenólicos em frutas e tendências na avaliação dos seus teores bioacessíveis: Uma revisão	20
<b>Capítulo III</b>	<b>41</b>
A importância do melhoramento genético de tilápia na produção de alimentos	41
<b>Capítulo IV</b>	<b>55</b>
A dinâmica do resíduo de ractopamina na produção de suínos: farinha de carne e ossos, tecidos e urina	55
<b>Capítulo V</b>	<b>71</b>
Mitigação de contaminantes em alimentos	71
<b>Índice Remissivo</b>	<b>81</b>

## A importância do melhoramento genético de tilápia na produção de alimentos

Recebido em: 16/05/2021

Aceito em: 19/05/2021

 10.46420/9786588319697cap3

Carolina Schlotefeldt<sup>1\*</sup> 

Satia Costa Bomfim<sup>2</sup> 

Elisângela de Cesaro<sup>1</sup> 

Gislaine Gonçalves Oiveira<sup>1</sup> 

Simone Siemer<sup>1</sup> 

Carlos Antônio Lopes de Oliveira<sup>1</sup> 

Ricardo Pereira Ribeiro<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

A tilápia é um peixe de água doce pertencente à família dos ciclídeos (Perciformes, *Cichlidae*) cujo nome comum foi dado para mais de 70 espécies de peixes divididas em três importantes gêneros para produção piscícola: *Sarotherodon*, *Tilapia* e *Oreochromis* (Trewawas, 1982; ANIMAL BUSINESS, 2019). Por se tratar de uma espécie oriunda do continente Africano os primeiros nichos ecológicos originais da tilápia foram o rio Nilo e o lago Vitória, posteriormente foi introduzida em outros continentes tornando-se um peixe cosmopolita e adaptado, com biotipo único para cada localidade (ANIMAL BUSINESS, 2019).

No Brasil (América do Sul) a tilápia foi introduzida pela primeira vez em 1953 quando a “Light”, em São Paulo, importou *Tilapia rendalli* do Congo. Em 1971 o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) importou exemplares da espécie tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) visando o repovoamento dos reservatórios públicos da região Nordeste, todavia, devido à fácil adaptabilidade e precocidade sexual, essa ação não teve muito êxito na região, ocorrendo disseminação descontrolada nesses ambientes e por consequência uma alta consanguinidade e baixos índices de produtividade (Brasil 2007).

Em 1965, o *Asian Institute of Technology* (AIT) da Tailândia iniciou um programa de melhoramento genético em tilápia-do-Nilo Chitralada. Já no ano de 1996 um lote desses animais melhorados foi disponibilizado para empresa GenoMar dando origem a linhagem Supreme Tilapia, nomeada no Brasil como Supreme Tilapia Aquabel (Filho et al., 2010).

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana-MS.

\* Autora correspondente: carolinaschlotefeldt@gmail.com

A variedade *Genetic Improved Farmed Tilapia* (GIFT) foi introduzida no Brasil em 2005, a partir de uma parceria entre *World Fish Center*, uma empresa com sede na Malásia e os governos Federal e do estado do Paraná e a Universidade Estadual de Maringá (UEM), dando início ao primeiro programa de melhoramento genético de tilápia-do-Nilo no Brasil (Ribeiro et al., 2012). A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no ano de 2012, também iniciou um programa de melhoramento genético de tilápia com indivíduos provenientes da importação de 1996 (Alves, 2020).

A utilização de linhagens geneticamente superiores permitiu à tilápia-do-Nilo tornar-se a espécie mais cultivada no Brasil, especialmente na região Sul que lidera o ranking nacional da produção de tilápia representando 44% do total produzido com 213.351 toneladas (t). Entre os estados com maior volume de produção destaca-se o Paraná (166.000 t), 135% a mais que o estado de São Paulo que ocupa a segunda posição (70.500 t). O terceiro lugar pertence a Minas Gerais (42.100 t), seguido por Santa Catarina que ocupa a quarta colocação (40.059 t) e em quinto, com uma produção anual de 29.090 toneladas, o estado de Mato Grosso do Sul (FAO, 2018; Brasil, 2021).

Entender a demanda dos consumidores de pescado, que buscam alimentos saudáveis e com vistas à sustentabilidade e responsabilidade ambiental, como a exigência de proteína está posicionada frente ao consumo de proteína animal e demais alimentos, é fundamental para assegurar um aumento do consumo de peixes (Sonoda et al., 2012). Destaca-se a importância das empresas para o setor, sendo elas responsáveis pela produção, distribuição e exportação do produto movimentando assim a economia do país. O cultivo de animais com linhagens geneticamente superiores, torna o processo mais lucrativo para o mercado, acarreta redução do tempo de cultivo, supre a demanda por produtos de qualidade e otimiza custos (Araújo et al., 2019).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa científica foi realizada através de revisão descritiva, com abordagem individual dos diferentes focos de aplicação do melhoramento genético de tilápia. Foram abordados temas relacionados à origem e histórico das linhagens de tilápia geneticamente superiores, biotecnologias de processamento de matérias primas, levantamento de dados empresariais de comércio e produtividade de relevante importância para a piscicultura global.

Os dados para revisão foram captados de publicações em mecanismos virtuais confiáveis como *Scopus*, *ResearchGate*, *Google Scholar*, *Scientific Electronic Library Online - SciELO*, organizações cooperativas e repositórios de instituições de pesquisa relacionados à produção e melhoramento de tilápia. Foram encontrados 1600 trabalhos relacionados ao tema e publicados a partir de 2010, 187 desses artigos foram selecionados por título e resumo para compor a escrita, classificados por objetivo de pesquisa como: produção de genética (36), industrialização e processamento de cortes frigoríficos (104), qualidade e

aproveitamento de subprodutos (47). Foram utilizadas publicações anteriores à 2010 devido à busca pelo histórico de origem das linhagens, e descartados trabalhos que não abordavam a temática pretendida, ao total foram lidos 66 trabalhos na íntegra.

## **A IMPORTÂNCIA DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS**

O melhoramento genético animal é uma ciência baseada na utilização de um conjunto de técnicas de biologia molecular e bioinformática cujo processo tem por objetivo selecionar e melhorar características produtivas desejáveis em animais domésticos para fins comerciais, uma vez que, uns dos maiores desafios dos últimos tempos tem sido, sem dúvidas, produzir maiores quantidades de alimentos em espaços cada vez menores devido a demanda e ao crescimento demográfico mundial (Mitra, 2001).

Para garantir a segurança alimentar é preciso destacar a importância dessa ciência no campo da pesquisa científica, imprescindível para o aperfeiçoamento ou desenvolvimento de novas tecnologias de produção com ênfase nos programas de melhoramento genético em peixes, principalmente em tilápia-do-Nilo que tem por finalidade maximizar a produtividade no setor (Brasil, 2013).

Segundo Filho et al. (2010) e De Araújo et al. (2019), os programas de melhoramento de tilápia nos últimos anos, têm possibilitado a inserção de diversas linhagens melhoradas geneticamente na cadeia produtiva da tilapicultura, tais como: Tilápia Tailandesa ou Chitralada (*Asian Institute of Technology*); Supreme Tilapia ou Supreme Tilapia AQUABEL (GENOMAR); *Genetic Improved Farmed Tilapia – GIFT (World Fish Center)*; *Genetically Male Tilapia – GMT® e Red Tilapia – GMT® (Fishgen)*; *Silver Tilapia GMT® – (Fishgen e a Santa Isabel)*; *Genetically Improved Abbassa Nile Tilapia – GIANT (World Fish)*; UFLA (Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil); AquaAmerica e mais recentemente as variedades Tilamax e Tilamax-RED (Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil).

Dentre as tecnologias mais empregadas nos grandes polos de tilapicultura brasileira destaca-se uso de linhagens melhoradas distribuídas entre as principais regiões produtoras, em evidência os polos de Serra da Mesa (Cana Brava) em média 92% dos animais produzidos são de origem melhorada, seguido por Ilha Solteira (89%), Norte Paraná (86%), Oeste Paraná (71%) e Vale do Itajaí com 67% (Filho et al., 2010).

A crescente demanda por linhagens geneticamente superiores é explicada mediante à superioridade nos resultados de produção obtidos ao longo das seleções, sobretudo o ganho de peso, uma das principais características de importância econômica utilizada nos Programas de Melhoramento Genético (PMG), com o processo de seleção foi possível aumentar o ganho em 100% após a oitava geração selecionada em comparação à indivíduos não melhorados (Brasil, 2015).

Estudos realizados por pesquisadores no Egito, indica que é possível obter maior lucratividade financeira quando os piscicultores optam pela aquisição de tilápia-do-Nilo de origem melhorada (Ibrahim

et al., 2013, 2019). Foi possível afirmar que houve um impacto econômico significativo com o uso da linhagem GIANT-G9 (nona geração) em comparação a cepas não melhoradas. Os animais melhorados obtiveram maior rendimento de carcaça (12,3 a 26,4%) e taxa de conversão alimentar 15,7% menor que em peixes comerciais, indicando a superioridade desses indivíduos (Ibrahim et al., 2019). Avaliando gerações anteriores, sétima e a oitava, Ibrahim et al. (2013) também observaram superioridade (28%) na taxa de crescimento de GIANT sob condições semelhantes.

Os primeiros estudos realizados no Brasil com tilápia-do-Nilo oriunda de programas de melhoramento indicaram superioridade genética de 4% por geração para as características ganho de peso diário e peso vivo à despesa (Oliveira et al., 2012; Silva, 2016). Resultados semelhantes foram confirmados em estudo posterior, garantindo em quatro anos de seleção otimizar o ganho em peso diário e peso vivo, bem como, aumentar os ganhos genéticos acumulados de 18 para 28% em relação a geração anterior (Oliveira et al., 2012; Marçal, 2017). Ainda, para Oliveira et al. (2012) o tempo de cultivo de tilápia melhorada em tanques-rede, é reduzido em até 21 dias comparado àqueles aos animais não melhorados. Estes resultados ratificam o efeito positivo do uso de animais melhorados no processo de produção e o quão importante é a difusão dos materiais genéticos de qualidade na cadeia produtiva da tilápia (Marçal, 2017).

Empreendimento piscícola que busca investir em pacotes tecnológicos e genética de alta qualidade, tendem obter maior lucratividade do que outros, além dos ganhos produtivos. Segundo Araújo, et al. (2019) ao simularem um cenário para produção de tilápias geneticamente superiores e inferiores, com peso médio à despesa de 997,20 g e 774 g em um período de cultivo fixo de 180 dias. Nessa lógica, os autores predizem que os animais melhorados teriam um ganho estimado maior (223,2 g), ou seja, o produtor no final do cultivo obteria 223,20 kg/peixe/milheiro e lucro de R\$ 904,40/milheiro, considerando o preço de venda (R\$ 4,50/Kg) e o preço (R\$ 100,00/milheiro) pago pelos alevinos.

## **PRINCIPAIS PRODUTORES E MERCADO DA CARNE DE TILÁPIA NO BRASIL**

A venda de peixes produzidos nos principais polos brasileiros é realizada por atravessadores, frigoríficos, pescueiros, feiras, peixarias e supermercados. Destaca-se a entrega do peixe dos produtores para os frigoríficos, totalizando 55% das vendas, sendo que o maior centro de comercialização está localizado na região norte e oeste do Paraná. A venda para atravessadores soma 40% do total comercializado, principalmente nas regiões de Boa Esperança, seguido da venda direto ao consumidor, pescueiros, feirantes/peixarias e supermercados com 20, 19, 12, 8%, respectivamente (Brasil, 2020a). A produção e a exportação de tilápia engloba diversos produtos industrializados (Tabela 1), além da comercialização de peixe e filés frescos ou refrigerados (*in natura*) que representam adicional de 5,2 milhões de dólares ao total de produtos exportados (Brasil, 2021).

**Tabela 1.** Dados referentes à exportação da tilápia no ano de 2020. Fonte: Adaptado de Brasil (2020b).

Produto	Ano 2020	Valor
	(%)	(US\$/Kg)
Filés de tilápia Frescos Ou Refrigerados	51,03%	6,43
Óleos E Gorduras De Tilápia	20,56%	0,96
Subprodutos De Tilápia Impróprios Para Alimentação Humana	14,50%	0,75
Tilápia Inteiras Congeladas	10,87%	1,73
Filés De Tilápia Congelados	2,83%	4,49
Tilápia Inteiras Frescas Ou Refrigeradas	0,20%	3,60

### *Aqua Genetics*

É junção das empresas que comandaram nos últimos anos o segmento de alevinagem e melhoramento genético de peixe no Brasil, que se tornam oficialmente as marcas de genética de tilápia Aquabel e AquaAmerica. A empresa possui operações em 7 estados e administra 9 fazendas. É a maior distribuidora de alevinos e juvenis do Brasil, com participação de mercado estimada em 25% (SEAFOODBRASIL, 2020).

### *Tilabras*

Considerada uma das maiores empresas de piscicultura do Brasil na produção e processamento de tilápia em Selvíria (MS). No momento, a empresa está apenas engordando o peixe para fornecimento *in natura* no mercado nacional de frigoríficos. A produção totaliza 4 mil t/ano (Oliveira, 2019).

### *GeneSeas*

Fundada no ano de 2001, a empresa é 100% brasileira, estando situada nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, presentes em todos os elos da cadeia produtiva da tilápia, desde a produção de ração, passando pela piscicultura, beneficiamento e distribuição nos mercados locais e internacionais (GENESEAS, 2021).

### *Copacol*

Cooperativa Agroindustrial Consolata foi fundada por religiosos e migrantes em 23 de outubro de 1963, sediada em Cafelândia, oeste do Paraná. Pioneira na piscicultura, com o crescimento e grandes investimentos, em 2008 tornou-se capacitada para abater o maior volume de peixes da América do Sul, 180 mil tilápia/dia, funcionando com duas unidades industriais de peixes em Nova Aurora e Toledo. A cooperativa possui as mais importantes certificações de qualidade exigidas na indústria, colocando seus produtos no mercado nacional e internacional (Europa e Ásia), o que permite um faturamento de 5,6 bilhões. Atualmente a empresa trabalha com produção, processamento e comercialização, os produtos de venda são filé, posta, e petiscos de tilápia congelados (COPACOL, 2021).

### *C. Vale*

É originária da fundação da Cooperativa Mista de Palotina (Campal) em 7 de novembro de 1963, recebendo após várias mudanças, a razão social C. Vale em 21 de novembro de 2003. Atua no Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraguai em larga escala na produção de grãos, mandioca, avicultura e, em 2017 inaugurou um abatedouro de peixes, com capacidade de processar 150 mil tilápia/dia. A cooperativa fechou 2020 com 23.294 associados, que entregaram 4,43 milhões de t de produtos entregues, com faturamento superior a R\$ 12 bilhões, a empresa trabalha com produção, processamento e comercialização, os principais produtos de venda são filé, posta e petiscos de tilápia congelados (C. VALE, 2021).

### *Núcleo de Pesquisa PeixeGen*

O Núcleo de Pesquisa PeixeGen do departamento de Zootecnia da UEM foi criado no dia 14 de fevereiro de 1997, conta hoje com o Centro de Piscicultura, localizado no Distrito de Floriano-Maringá, laboratórios de Biologia Molecular - UEM e área de cultivo em tanques-redes localizada no Rio do Corvo (reservatório de Rosana) no município de Diamante do Norte-PR, coordenado pelos Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro e Prof. Dr. Carlos Antônio Lopes de Oliveira (Pereira et al., 2012). O núcleo, em 2021, produzirá a 14ª geração de tilápia melhorada da linhagem Tilamax possibilitando a disseminação de material genético de qualidade superior através da venda de matrizes, a longo prazo.

Devido a demanda e comercialização, a proteína de peixe tem ganhado cada vez mais espaço na mesa do consumidor, principalmente pela riqueza de nutrientes que a carne possui: presença de ácidos graxos essenciais como ômega-3 eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA). Esses ácidos graxos, desempenham funções significativas para o corpo humano, reduzindo o risco de doenças

cardiovasculares e problemas circulatórios, além de ser ótimo para o funcionamento cerebral (Sartori et al., 2012; De Oliveira, 2018). Desta forma, houve um maior estímulo para o consumo de peixes, principalmente relacionado à carne da tilápia e subprodutos, como farinha de peixe, gelatina, colágeno e carne mecanicamente separada (CMS), sendo estes próprios para o consumo humano, agregando valor e destaque ao peixe (Jamas, 2012).

## **SUBPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE TILÁPIA**

O material mais usado dos subprodutos do pescado é constituído de aparas, carne escura, peixes sem tamanho padrão, cabeças e carcaças, que podem ser aproveitados em até 70% na elaboração de produtos para consumo humano (Godoy et al., 2010 Souza et al., 2017), na alimentação animal (USA, 2012), uso como produto farmacológico na medicina e aplicações nas indústrias da moda (Franco, 2009; Alves et al., 2015).

As indústrias reaproveitam os subprodutos de abate para elaboração de inovações alimentícias secundárias, que venham suprir novos nichos de mercado, minimizando desperdícios e alavancando a linha de produtos primários diante do apelo de sustentabilidade e responsabilidade ambiental (Honma et al., 2020). O melhoramento genético vem permitindo, com o passar das gerações, melhor aproveitamento dos produtos nobres extraídos do pescado, contudo, a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) alerta que ainda é elevada a porcentagem de subprodutos originados do processamento agroindustrial, que devem ser destinados corretamente para minimizar impactos e otimizar o aproveitamento de alimentos (FAO, 2013).

### ***CMS e Farinha de peixe***

O pescado possui alto valor nutricional, contudo o seu consumo ainda é baixo comparado às outras carnes, como as de bovinos, aves e suínos. Buscando uma forma de aumentar o consumo e promover maior aproveitamento dessa matéria-prima é importante buscar, por meio de tecnologias de processamento, a elaboração de produtos que favoreçam o consumidor no seu dia a dia, como as farinhas, os patês, salsichas, hambúrgueres e demais produtos (Amaral et al., 2017).

A tilápia é uma das espécies de peixe mais comercializada na forma de filé, apresentando rendimento de 35 a 40% do peso total (Vidal et al., 2011; Fitzsimmons et al., 2011). O restante da matéria prima do peixe como as escamas, peles, vísceras, cabeças e carcaças acabam sendo desperdiçados e a utilização desses resíduos, é uma maneira de reduzir os impactos negativos gerados ao meio ambiente, além de estimular indiretamente o consumo do pescado, através dos subprodutos, como farinhas, concentrados proteicos, entre outros (Vidal et al., 2011; Pires et al., 2014).

Portanto, uma das formas de se aproveitar essa matéria prima é através da extração do CMS, que consiste no processo de separação mecânica da carne que fica aderida entre ossos, vísceras, pele e escamas, facilitando assim o processo de fabricação de diversos subprodutos (Costa et al., 2018).

A farinha de peixe é feita a partir de subprodutos lavados e sanitizados, que passam por pressão, adicionada de antioxidantes (60 minutos, *antioxidant butylated hydroxytoluene* – BHT), lavagem para remoção de cor indesejada por presença de resíduos de sangue, prensa hidráulica (retirada de umidade), moedor de carne, estufa para desidratar até atingir o teor de umidade máximo permitido de 12% (Brasil, 1997), pô fim a farinha recebe homogeneização de partículas sendo armazenada à vácuo sob refrigeração.

Diferentes espécies são utilizadas na elaboração de farinhas de peixe para consumo humano, nas tilápia são aproveitados principalmente aparas, CMS, espinhaço e cabeça (Godoy et al., 2010). A inclusão de farinhas de peixe na alimentação humana vem sendo bastante estudada na última década, visto que a utilização de subprodutos da indústria do pescado, seja uma forma sustentável de aproveitar material de alto valor biológico, que vem substituir a produção de materiais sintéticos para serem empregados como suplementos proteicos, aminoácidos e minerais (Delgado-Vidal et al., 2013). Segundo Franco et al. (2013) em elaboração de biscoitos com inclusão de farinha de tilápia, relataram mais de 14% na diminuição dos carboidratos com a inclusão da farinha. Ainda, encontraram valores de até 17,71% de proteína bruta nos biscoitos.

Na alimentação humana, a farinha de tilápia e o CMS podem ser inseridos em diferentes produtos, como por exemplo na produção de Alfajor, empanados, almôndegas e alguns tipos de embutidos, massas de pizzas e macarrão (Oliveira et al., 2011; Goes et al., 2016; Kimura et al., 2017; Verdi et al., 2020).

A farinha de peixes também é bastante utilizada para enriquecer alimentos com lipídeos (acrécimo de 6%) e minerais (Delgado-Vidal et al., 2013), esses produtos, geralmente possuem um apelo sensorial, devido ao sabor e odor atrativos, sendo imperceptível a adição da farinha de peixe, o que torna os alimentos mais nutritivos sem alterações na aceitação do consumidor. Foram encontrados relatos de até 30% de inclusão de farinha de peixe em palitos de cebola, sem que os provadores observassem diferença significativa pela presença da farinha (Coradini et al., 2015), qualidade biológica e sensorial igualmente relatada em biscoitos salgados (Ibrahim, 2009) e doces (De Cesaro et al., 2021).

Uma outra forma de utilização dos subprodutos da tilápia é a produção de patês, como no trabalho realizado por Mattiucci et al. (2019; 2021). Os autores desenvolveram patês, com a adição dos óleos essenciais de orégano e a adição da técnica de defumação (Mattiucci et al., 2019; 2021).

### ***Gelatina***

O aproveitamento da pele residual de abate de peixes é frequentemente utilizado na produção de gelatina. Contudo, a estrutura frágil das fibras de colágeno requer o processamento adequado para preservar suas propriedades. As principais formas de conservação envolvem desidratação ou

congelamento, a fim de evitar o processo autolítico (FIB, 2011; Sila et al., 2015). A gelatina extraída de peixes pode substituir a gelatina de mamíferos, ser utilizada como ingrediente funcional em alimentos devido suas qualidades emulsificante, utilizada como espessante e geleificante, além de apresentar aplicação na indústria de cosméticos por sua ação estabilizadora e formadora de filme (Sila et al., 2015). A gelatina obtida de peixes é classificada como hidrocolóide termoreversível, oferece vantagens exclusivas sobre os agentes gelificantes à base de carboidratos (Boran et al., 2010; FIB, 2011).

### ***Colágeno***

A utilização de colágeno extraído de peixe é uma excelente alternativa, pois possui uma alta aplicabilidade nas indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias. Sua aplicação vai depender de vários fatores, como por exemplo o tipo de colágeno extraído e da forma de extração, como por exemplo a extração ácida, básica e enzimática (Silva et al., 2012; Krishnamoorthi et al., 2017).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos em relação a utilização biotecnológica do colágeno extraído dos resíduos de peixes, como por exemplo o colágeno extraído das escamas que apresenta aplicação em fertilizantes nitrogenados para plantas, além de possuir atividade antioxidante podendo ser aplicado na colite ulcerativa (Azuma et al., 2014; Bhagwat et al., 2016; Pal et al., 2017). Já os trabalhos realizados com a extração do colágeno da pele são destinados para produção de biofilmes, regeneração tecidual, anti-hipertensivo e antioxidante (Choonpichard et al., 2015; Cai et al., 2015; Chandika et al., 2015; Tang et al., 2015).

O colágeno é dividido em mais de 20 tipos, com genealogia diferente, sendo os encontrados com maior frequência na derme os tipos I, II, III, IV e V. O tipo I de colágeno é o mais comum nos peixes, organizado em fibras espessas, que designa ao tecido resistência às forças de tensão. Este tipo de colágeno encontra-se na estrutura de tendões, cartilagens e ossos (Barascuk et al., 2011; Coudroy et al., 2015).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Devido às características zootécnicas da tilápia, como o seu curto ciclo de produção, rápido desenvolvimento corporal, precocidade sexual e fácil adaptabilidade em diferentes meios de cultivo, os investimentos em melhoramento genético de tilápias poderão apresentar resultados positivos no curto prazo, como redução no período de cultivo, maior rendimento de filé e menor custo de produção. Fazendo com que se torne um produto viável economicamente, possibilitando ao consumidor ter acesso a uma proteína animal de alta qualidade, igualmente competitiva às demais proteínas disponíveis no mercado, permitindo aumento na demanda, na oferta de produtos e possibilitando o fortalecimento de todos os elos da cadeia da tilapicultura. Para empreendimentos piscícolas, recomenda-se investir em programas de

melhoramento genético ou aquisição de tilápias geneticamente superiores, oferecendo preços e produtos acessíveis ao consumidor final. Mais pesquisas relacionando o melhoramento genético e o rendimento da matéria prima, seja nobre ou subprodutos, são necessárias a fim de otimizar a produção de tilápias diante do cenário mundial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves GFO (2020). Lisina para tilápia-do-Nilo: efeito de duas estratégias de formulação e respostas de duas gerações de um programa de melhoramento genético. Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais (Tese), Minas Gerais. 86p.
- Alves APNN et al. (2015). Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Queimaduras*, 14(3):203-210.
- Amaral MT et al. (2017). Aplicação de tecnologias tradicionais no beneficiamento do pescado na região do Baixo Amazonas, Estado do Pará. *Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias*, 7(1): 3708-3721.
- ANIMAL BUSINESS. Tilápia: o segundo peixes mais consumido no mundo. Disponível em: <<https://animalbusiness.com.br/producao-animal/criacao-animal/tilapia-o-segundo-peixe-mais-consumido-do-mundo/>>. Acesso em: 14/05/2021.
- Azuma K et al. (2014). Effects of fish scale collagen peptide on an experimental ulcerative colitis mouse model. *Pharma Nutrition*, 2: 161-168.
- Barascuk N et al. (2011). Development and validation of an enzyme-linked immunosorbent assay for the quantification of a specific MMP-9 mediated degradation fragment of type III collagen--A novel biomarker of atherosclerotic plaque remodeling. *Clin. Biochem.*, 44(10-11): 900-906.
- Bhagwat PK et al. (2016). Isolation, characterization and valorizable applications of fish scale collagen in food and agriculture industries. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7: 234- 240.
- Boran G et al. (2010). Fish gelatin. *Advances in food and nutrition research*, 60: 119-143.
- Brasil (1997). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal – RIISPOA. Brasília: MAPA/Regulamento. 166p.
- Brasil (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Brasília: MAPA/Circular Técnica. 12p.
- Brasil (2013). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Melhoramento genético aplicado em gado de corte: programa Geneplus. Brasília: EMBRAPA. 256p.
- Brasil (2015). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais. Brasília: EMBRAPA. 68p.

- Brasil (2020a). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil. Brasília: EMBRAPA. 49p.
- Brasil (2020b). Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Exportação de tilápia no ano de 2020. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br>>. Acesso em: 13/05/2021.
- Brasil (2021). Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura PeixeBR 2021. São Paulo: PeixeBR. 71p.
- C.VALE. História da C. Vale, produtos e serviços. Disponível em: <<https://www.cvale.com.br/>>. Acesso em: 13/05/2021.
- Cai L et al. (2015). The neuroprotective and antioxidant activities of protein hydrolysates from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6): 3750-3755.
- Chandika P et al. (2015). Fish collagen/alginate/chitooligosaccharides integrated scaffold for skin tissue regeneration application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81: 504-513.
- COPACOL. Cooperativa Agroindustrial Consolata. Copacol e produtos. Disponível em: <<http://www.copacol.com.br/>>. Acesso em: 13/05/2021.
- Coradini MF et al. (2015). Quality evaluation of onion biscuits with aromatized fishmeal from the carcasses of the Nile tilapia. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41: 719-728.
- Costa WM et al. (2018). Inovando o artesanato com escamas de peixes: tingimento natural e marca. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, 11(01): 85-102.
- Coudroy R et al. (2015). Use of type III procollagen measurement as predictor of lung fibroproliferation in ARDS: early measurement for earlier antifibroproliferative therapy?. *Intensive Care Med*. 41(6): 159-60.
- De Araújo FCT et al. (2019). Importância do melhoramento genético na cadeia produtiva da tilapicultura: economizar nos alevinos é uma boa decisão?. *Aquaculture Brasil*. Nov/Dez. ed. 21.
- De Cesaro E et al. (2021). Evaluation of cookies with inclusion of different levels of barred sorubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) flour. *Brazilian Journal of Development*, 7(5): 47223-47238.
- De Oliveira JP et al. (2018). Omega-3 effects in patients with Alzheimer's disease. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 12(76 S2): 1078-1087.
- Delgado-Vidal FK et al. (2013). Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro (*Euthynnus lineatus*): caracterización química, instrumental y sensorial. *Universidad y ciencia*, 29(3): 287-300.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Roma: FAO. 69p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). Food wastage footprint: impacts on natural resources. Roma: FAO. 63p.
- FIB. Food Ingredients Brazilian (2011). A gelatina e seus benefícios para a saúde humana, Brasil: FIB. 10p.

- Filho JDS et al. (2010). A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1): 112-118.
- Fitzsimmons K et al. (2011). Why tilapia is becoming the most important food fish on the planet. In *Proceedings of the ninth International Symposium in Tilapia in Aquaculture*, 8p.
- Franco MLRS et al. (2009). Aproveitamento de carcaças de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Aquicultura & Pesca*, 39: 52-58.
- Franco MLRS et al. (2013). Elaboración de cookies y galletas con inclusión de harina de pescado. *Info. pesca Internacional*, 53: 30-33.
- GENESEAS. Quem somos e produtos. Disponível em: <<https://geneseas.com.br/>>. Acesso em: 01/05/2021.
- Godoy LC et al. (2010). Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 30(1): 86-89.
- Goes ESR et al. (2016). Inclusion of dehydrated mixture made of salmon and tilapia carcass in spinach cakes. *Acta Scientiarum Technology*, 38(2): 241-246.
- Honma JM et al. (2020). Aproveitamento de resíduo de abatedouro de pescado para o desenvolvimento de patê pastoso. *Brazilian Journal of Development*, 6(5): 25234-25243.
- Ibrahim NA et al. (2013). Relative performance of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) strains in Egypt: the Abbassa selection line and the Kafr El Sheikh commercial strain. *Aquaculture Research*, 44: 508-517.
- Ibrahim NA et al. (2019). Assessment of the impact of dissemination of genetically improved Abbassa Nile tilapia strain (GIANT-G9) versus commercial strains in some Egyptian governorates. *Aquaculture Research*, 50(10): 2951-2959.
- Ibrahim SM (2009). Evaluation of production and quality of salt-biscuits supplemented with fish protein concentrate. *World J. Dairy & Food Sci.* 4: 28-31.
- Jamas E (2012). Valor agregado aos resíduos do processamento de tilápia: aspectos tecnológicos, químicos e microestruturais. Centro de Aquicultura da Unesp Universidade Estadual Paulista (Tese), São Paulo. 48p.
- Kimura KS et al. (2017) Nutritional, microbiological and sensorial characteristics of alfajor prepared with dehydrated mixture of salmon and tilapia. *Acta Scientiarum Technology*, 39(1): 111-117.
- Krishnamoorthi J et al. (2017). Isolation and partial characterization of collagen from outer skin of *Sepia pharaonis* (Ehrenberg, 1831) from Puducherry coast. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 10: 39-45.
- Marçal DCP (2017). Duração do teste de desempenho para avaliação genética em tilápia (*Oreochromis sp.*). Departamento de Zootecnia Universidade Federal de Lavras (Dissertação), Lavras 48p.

- Mattiucci MA et al. (2021). Aproveitamento de resíduos de filé de tilápia no patê com adição de óleo essencial de orégano. *Research, Society and Development*, 10(2): 1-9.
- Mattiucci MA et al. (2019). Patês elaborados a partir de resíduos do beneficiamento de tilápia com e sem defumação. *Revista de Iniciação Científica Cesumar*, 21(2): 163-173.
- Mitra J (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*, 80(6): 758-763.
- Oliveira CAL. et al. (2012). Melhoramento genético de peixes: uma realidade para a piscicultura brasileira. *Panorama da Aquicultura*, 22:38-47.
- Oliveira MC et al. (2011). Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de “almôndegas” à base de polpa de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde*, 14(1): 37-44.
- Pal GK et al. (2017). Comparative assessment of physico-chemical characteristics and fibril formation capacity of thermostable carp scales collagen. *Materials Science and Engineering*, 70: 32-40.
- Pires, DR et al. (2014). Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 9(5):34-46.
- Ribeiro RP et al. (2012). Tilápia-do-Nilo têm programa de melhoramento genético em curso. *Visão Agrícola*, 11: 61-64.
- Sartori AGO et al. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 19(2): 83-93.
- SEAFOODBRASIL. Aquicultura: piscicultura Aquabel passará a se chamar Aqua Genetics do Brasil. Disponível em: <<https://www.seafoodbrasil.com.br/piscicultura-aquabel-passara-a-se-chamar-aquagenetics-do-brasil>>. Acesso em: 11/04/2021.
- Sila A et al. (2015). Recovery, viscoelastic and functional properties of Barbel skin gelatine: Investigation of anti-DPP-IV and anti-prolyl endopeptidase activities of generated gelatine polypeptides. *Food Chemistry*, 168: 478-486.
- Silva GF (2016). Programas de melhoramento genético na piscicultura conceitos e aplicações. Departamento de Zootecnia Universidade Federal do Paraná (Monografia), Curitiba. 89p.
- Silva TF et al. (2012). Colágeno: características químicas e propriedades funcionais. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 71: 530-539.
- Sonoda DY et al. (2012). Demand for fisheries products in Brazil. *Scientia Agricola*, 65(5): 313-319.
- Souza MLR et al. (2017). Inclusion of protein concentrates from marine and freshwater fish processing residues in cereal bars. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 6(2): 1-4.
- Tang L et al. (2015). Physicochemical properties and film-forming ability of fish skin collagen extracted from different freshwater species. *Process Biochemistry*, 50(1): 148-155.

- TILABRAS. História. Disponível em: <<https://tilabras.com.br/pt/historia/>>. Acesso em: 05/04/2021.
- Trewawas E (1982). Genetic groupings of tilapiini used in aquaculture. *Aquaculture*, Amsterdam, 27: 79-81.
- USA. Code of Federal Regulations 2012. Animal and Animal Products. Washington, Government Printing Office. 308p.
- Verdi R et al. (2020). Inclusion of dehydrated mix of tilapia and salmon in pizzas. *Food Science and Technology*, 40(4): 794-799.
- Vidal JMA et al. (2011). Concentrado proteico de resíduos da filetagem de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciências Agronômica*, 42: 92-99.

**ÍNDICE REMISSIVO**

**A**

agrotóxicos, 72, 73  
 alimentos, 4, 6, 7, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 28,  
 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 48, 49,  
 50, 56, 58, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81  
 aproveitamento, 44, 48, 50

**B**

bebida alcoólica, 6  
 bioacessibilidade, 4, 13, 22, 29, 31, 32, 33, 34,  
 35, 36, 37  
 bioatividade, 22, 24, 30  
 biodisponibilidade, 13, 22, 29, 30, 31, 32  
 Brasil, 3, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 30, 32, 35,  
 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 54,  
 56, 57, 58, 62, 63, 68, 69

**C**

cadeia produtiva, 44, 45, 46, 52, 72, 78  
 cloridrato de ractopamina, 56  
 contaminantes de processamento, 72

**D**

Desoxinivalenol, 9

**F**

farinha de carne e ossos, 56, 57, 59, 66, 70

**I**

ingestão diária, 13, 57, 58

**L**

limite  
 de detecção, 61  
 de quantificação, 61, 66  
 máximo de resíduos, 58

**M**

melhoramento genético, 4, 42, 43, 44, 46, 48, 50,  
 51, 52, 54  
 metais pesados, 72, 73  
 micotoxinas, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 72, 73,  
 74, 75, 76

**O**

*Oreochromis niloticus*, 42, 53, 55

**P**

piscicultura, 43, 46, 47, 54  
 processamento de alimentos, 4



 **Wesclen Vilar Nogueira**

Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR. Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos pela FURG.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

