

2.º CICLO

NUTRIÇÃO COMUNITÁRIA E SAÚDE PÚBLICA

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO PESCADO DE AQUICULTURA: Revisão Sistemática

Johanna Oliveira Honningsvåg

M

2023



COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO PESCADO DE AQUICULTURA: REVISÃO SISTEMÁTICA

Nutritional composition of aquaculture fish: A systematic review

Johanna Oliveira Honningsvåg

Faculdade de Ciências de Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto (FCNAUP).

Orientadora: Maria Cristina Thierstein Romão Duarte Teixeira Santos (Professora Auxiliar da FCNAUP).

Coorientadora: Sara Simões Pereira Rodrigues (Professora Associada da FCNAUP).

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Nutrição Comunitária e Saúde Pública apresentada à Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto.

2023

Dedicatória

Dedico este trabalho a Kato Endre Hovlid, meu esposo e melhor amigo, que me apoia e me incentiva todos os dias academicamente e em todos os aspetos da minha vida, bem como me encoraja a dar sempre o meu melhor de forma sùtil e natural, sendo o meu maior exemplo de dedicação e persuasão para o progresso.

Agradecimentos

Agradeço às Profs. Doutoras Maria Cristina Thierstein Romão Duarte Teixeira Santos e Sara Simões Pereira Rodrigues por todo apoio, acompanhamento e compartilhamento de conhecimentos, assim como toda a paciência e perseverança para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a minha família, que sempre me apoiou e foi meu suporte nos dias difíceis.

Aos meus amigos, colegas e funcionários da FCNAUP, por me ajudarem a superar e aprender com as diferenças locais, especialmente minhas amigas Inês Machado e Inês Moreira, pela paciência e disponibilidade de sempre.

Resumo

Afere-se que em 2050 a população mundial terá ultrapassado 9 bilhões de pessoas, e associado a isso assistir-se-á a um grande aumento da procura por géneros alimentícios que disponham de alta qualidade nutricional. À vista disso, a aquicultura desempenha no mundo um papel importante para a segurança alimentar. O que é observado é que há falta de informação quanto a prática de aquicultura. Um estudo realizado em Portugal, mostrou que principalmente a população com idades mais avançadas apresenta um certo preconceito quanto ao produto aquícola. É seguro dizer que os países da União Europeia (EU) seguem normas rigorosas de produção de animais sob contínua fiscalização, o que garante ao consumidor a segurança e qualidade do produto. A UE apoia igualmente a investigação e a inovação em aspetos fundamentais da aquicultura, designadamente a sua interação com o ambiente salientando a saúde e nutrição dos peixes de viveiro até à reprodução e criação. O objetivo do presente estudo foi fazer uma revisão da literatura tendo em conta a composição nutricional do pescado, conhecendo a composição do pescado de aquicultura pesquisando possíveis influências da ração através do estudo. Metodologicamente trata-se de um estudo observacional e descritivo, uma revisão sistemática, quantitativa com procedimentos de pesquisa bibliográfica feitos a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e de carácter transversal. O foco da pesquisa foram artigos sobre aquicultura, em particular a investigação sobre o teor nutricional de peixes, priorizando as espécies mais produzidas, segundo o relatório da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), do ano de 2022 (*grass carp*, *silver carp*, *nile tilapia*, *common carp* e *catla*). Ao cruzar os dados dos descritores na pesquisa por trabalhos em que os descritores se somassem,

foram encontrados 143 artigos: PubMed (6), Web of Science (104) e Scopus (33), foram encontrados e excluídos 12 itens em duplicação, restando para análise 131 estudos. Excluíram-se as revisões e os títulos que fugiam da temática escolhida, restando 26 trabalhos para leitura completa do texto. Destes 26, apenas 7 foram selecionados para fazer parte da revisão.

Quanto à composição nutricional do pescado de aquicultura, viu-se que não há como generalizar a qualidade nutricional da produção aquícola, tendo em vista as diferenças nos sistemas reservatórios, nas dietas, na temperatura e salinidade da água. Dito isto, é necessário que sejam analisados os fatores ambientais a que os peixes são submetidos. Foi possível constatar que há qualidade nutricional nos peixes de aquicultura, com certas variações, principalmente relacionadas com o tipo de dieta aplicada/fornecida, de acordo com a espécie.

Palavras-chave: *Aquiculture. Nutritional composition. Nutrients. Grass carp. Silver carp. Common carp. Catla. Nile tilapia.*

Abstract

It is estimated that by 2050 the world population will have exceeded 9 billion people, and associated with this there will be a large increase in demand for foodstuffs with high nutritional quality. In view of this, aquaculture plays an important role in food security in the world. What is observed is that there is a lack of information regarding the practice of aquaculture. A study carried out in Portugal showed that, especially the older population, there is a certain prejudice regarding aquaculture products. It is safe to say that European Union (EU) countries follow strict animal production standards under continuous supervision, which guarantees the consumer the quality of the product. And the EU also supports research and innovation in fundamental aspects of aquaculture: its interaction with the environment, highlighting the health and nutrition of farmed fish through to reproduction and rearing. The research had the objective: Carry out a review of the literature taking into account the nutritional composition of fish, knowing the composition of aquaculture fish, researching possible influences of feed through the study. The focus of the study was articles on aquaculture, in particular research on the nutritional content of fish, prioritizing the most produced species, according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) report, from the year 2022 (grass carp, silver carp, Nile tilapia, common carp and catla). This study was classified as observational and descriptive in terms of approach; as for the objectives, this is a systematic, quantitative review with bibliographic research procedures based on the survey of theoretical references already analyzed; and of a transversal nature. When crossing the descriptor data in the search for works that combined the descriptors, 143 articles were found: PubMed (6), Web of Science (104)

and Scopus (33), 12 duplicate items were found and excluded, leaving for analysis 131 studies. Of these, reviews and titles that deviated from the chosen theme were excluded, leaving 26 works for full reading of the text. Of these 26, only 7 were selected to be part of the review

Regarding the nutritional composition of aquaculture fish, it was seen that there is no way to generalize the nutritional quality of aquaculture production, given the differences in reservoir systems, diets, water temperature and salinity. That said, it is necessary to analyze the environmental factors to which the fish are subjected. It was seen that there is nutritional quality in aquaculture fish, with certain variations, mainly related to the type of diet applied, according to the species.

Keywords: *Aquiculture. Nutritional composition. Nutrients. Grass carp. Silver carp. Common carp. Catla. Nile tilapia.*

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
<i>Abstract</i>	v
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrônimos	viii
Lista de Gráfico, Figura e Tabela	ix
Introdução	1
Objetivo	7
Metodologia	8
Resultados	11
Discussão	16
Conclusões	24
Referências Bibliográficas	26

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AHAW - *Animal Health and Welfare* (Painel sobre Saúde e Bem-estar Animal)

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

DC - Doenças Crónicas

DGAV - Direção Geral de Alimentação e Veterinária

DHA - *Docosa-Hexaenoic-Acid* (Ácido docosahexaenoico)

EFSA - *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos)

EPA - *Eicosapentaenoic Acid* (Ácido eicosapentaenoico)

EU - União Europeia

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

FC - Farelo de Colza

FP - Farinha de Peixe

FS - Farelo de Soja

MUFA - *Monounsaturated Fatty Acids* (Ácidos gordos monoinsaturados)

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*

PUFA - *Polyunsaturated Fatty Acids* (Ácidos gordos polinsaturados)

WOAH - *World Organisation for Animal Health* (Organização Mundial de Saúde Animal)

Lista de gráfico, figura e tabela

Gráfico 1 - Artigos encontrados de acordo com o tema	11
Figura 1 - Identificação dos estudos via bases de dados e registros	12
Tabela 1 - Artigos selecionados para a Revisão	14

Introdução

A partir da década de 1950, tem-se vindo a assistir a grandes transformações na agropecuária e no modo de vida das populações devido aos impactos económicos e sociais resultantes das atividades aquícolas, entre outros, tendo proporcionado uma nova perspetiva para o desenvolvimento mundial no que se refere à sustentabilidade de espécies aquáticas em sistemas controlados ou semicontrolados ¹

Afere-se que em 2050 a população mundial terá ultrapassado 9 bilhões de pessoas, e associado a isso assistir-se-á a um grande aumento da procura por géneros alimentícios que disponham de alta qualidade nutricional, e que possam ser produzidos corretamente, sem afetar o meio ambiente. Assim, no futuro, esse poderá ser um desafio: alimentos saudáveis, sustentáveis, e em quantidade suficiente para todos ²

Desse modo, a aquicultura desempenha no mundo um papel importante para a segurança alimentar (Food Security), visto que a projeção é que em 2030 ela seja responsável por um total de 57% do total de pescado destinado ao consumo humano ³.

A aquicultura é uma atividade de produção de organismos aquáticos como peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios, répteis e plantas em ambiente aquático controlado ou semicontrolado ⁴. Abrange atividades que visam comercializar esses organismos aquáticos, de água doce, salgada ou salobra, produzindo matéria viva a partir de atividades aquícolas ⁵, e destacou-se pela sua rápida e crescente produção de alimentos seguros, gerando empregos e remunerações, e também reduzindo a pobreza e a fome em várias partes do mundo ⁶.

Os peixes são os principais produtos produzidos pela aquicultura, correspondendo a cerca de 54 milhões de toneladas e, em seguida, os moluscos, crustáceos, vertebrados marinhos, tartarugas aquáticas e rãs. A China, a Índia e a Indonésia são os principais países a produzirem pescado em águas interiores. A Noruega, a Grécia, o Japão, o Canadá e o Chile são os principais produtores de peixes de modo offshore e a América Latina domina a produção de camarão ⁶.

É importante referir que a ascensão da aquicultura também se deve ao atual sistema de abastecimento alimentar, que é baseado na produção intensiva. Esse sistema tanto limita o número de plantas e espécies animais disponíveis para a dieta, quanto contribui para o esgotamento de recursos naturais. Além da questão ambiental, cada vez mais o ser humano se preocupa com a saúde, procurando fazer escolhas alimentares seguras, nutritivas e saudáveis, e sabe-se que o consumo de produtos aquáticos tem vários efeitos saudáveis ².

É conhecida a importância dos lípidos na alimentação humana, por serem uma fonte rica em ácidos gordos polinsaturados, principalmente os da família ómega-3 (ω -3), encontrados mais significativamente em lípidos de peixes e animais marinhos ⁷. O peixe tem sido parte importante da dieta, por nutricionalmente se destacar, enquanto fonte de proteína, possuir grandes quantidades de vitaminas lipossolúveis A e D e minerais como o cálcio, o cobre, o ferro, o fósforo, o selênio e, nos peixes de água salgada, o iodo ⁸.

A escolha por hábitos alimentares saudáveis vem sendo incentivada, visto que a população está constantemente a ser alertada sobre como algumas doenças crônicas (DC) estão relacionadas ao estilo de vida. Há uma aposta no desenvolvimento de produtos alimentares funcionais para combater doenças como diabetes, obesidade,

anemia, neurodegenerativas e outras DC ⁷. Tais alimentos podem ser produzidos através de subprodutos da aquicultura, que ao serem produzidos em grande quantidade, podem ser reciclados de forma lucrativa através dos seus compostos bioativos utilizados para a saúde ou para suplementos alimentares, e assim, essa prática tanto contribui para a alimentação quanto para a produção de fármacos, entre outros produtos ⁹.

O principal custo na aquicultura está relacionado com a farinha e com o óleo de peixe, sendo este um problema atual deste setor de produção. Esses produtos são importantes na alimentação, mas pelo seu alto custo financeiro, em alguns países, os produtores reduziram a utilização dos mesmos na formulação de rações ¹⁰. A alimentação dos peixes influencia a qualidade nutricional do produto final e, dessa forma, em algumas regiões do globo onde a população depende do pescado, enquanto fonte de alimento, os indivíduos podem sofrer os efeitos adversos da redução de micronutrientes disponíveis ³.

Como forma de minimizar os custos e reaproveitar os subprodutos do pescado em geral, as aparas são utilizadas para fabricação da farinha juntamente com peixes forrageiros, no entanto, a quantidade desses peixes encontra-se em queda devido à superexploração para fabricação de alimentos, porém a pesca desses peixes focada em alimentar os peixes de cativeiro pode afetar consideravelmente o ambiente dos peixes selvagens ¹¹. Quanto ao óleo de peixe, o mesmo vem sendo substituído na formulação de rações por outros tipos, como o de canola, palma ou mesmo gordura de aves, o que torna o produto final do pescado de aquicultura mais pobre, na vertente nutricional, pela redução de ácidos gordos da série ômega-3 (ω -3) ¹¹.

Além da alimentação, as alterações climáticas e o aumento da temperatura do planeta podem provocar mudanças na alimentação dos peixes e alterar o padrão de crescimento, afetando o teor nutricional do pescado. Acredita-se que nos próximos anos será necessário monitorizar o teor de nutrientes (lípidos, vitamina D, ácidos gordos, ómega-3 e proteínas) dos alimentos utilizados na alimentação do pescado ¹².

Há que salientar que é necessário um controlo de qualidade rigoroso em todo o processo, em qualquer sistema de produção. Nesse sentido, há que refletir sobre os locais de pequena produção, onde a agricultura familiar ainda é uma prática comum, e relacioná-la com a aquicultura, o que permite questionar, dependendo da proximidade entre o cultivo de plantas e a criação dos peixes, se não há contaminantes como fertilizantes ou agrotóxicos na água, provenientes do processo de lixiviação, resultando no comprometimento da qualidade e da segurança do alimento ¹³.

A União Europeia (EU), através da Diretiva 98/58/CE do Conselho, publicou, entre outras coisas, o direito dos animais a uma alimentação com dieta saudável, adequada à idade e à respetiva espécie, e em quantidade suficiente para manter um bom estado de saúde e satisfazer suas necessidades nutricionais ¹⁴. Assim, a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) adotou princípios que orientam o bem-estar desses peixes de viveiro, os quais devem ser adotados pela indústria ¹⁵.

Assim, a cada triénio, a pedido da European Food Safety Authority (EFSA), é elaborado um Painel sobre Saúde e Bem-estar Animal (AHAW), com o propósito de fornecer aconselhamento científico sobre as particularidades de doenças e de bem-estar de cada animal no geral, incluindo os peixes de cativeiro/viveiro. Esse plano

reforça a importância de trabalhos científicos atualizados, inclusive na área de produção animal ¹⁶.

O que é observado é que há falta de informação quanto a prática de aquicultura. Um estudo realizado em Portugal, mostrou que principalmente a população com idades mais avançadas apresenta um certo preconceito quanto ao produto aquícola. O estudo mostrou que parte da população consumia esse tipo de pescado, mas sem saber que o estava a consumir. O autor ressalta a necessidade de novos estudos que foquem a qualidade nutricional desses peixes, e o quanto isso é importante, visto que a presença de características nutricionais não foi um ^{fator} influenciador no momento de aquisição desses produtos ¹⁷.

É seguro dizer que os países da EU adotam e seguem normas rigorosas na produção animal, sob contínua fiscalização, o que garante ao consumidor a segurança e qualidade do produto final. A União Europeia apoia igualmente a investigação e a inovação em aspetos fundamentais da aquicultura, designadamente a sua interação com o ambiente salientando a saúde e nutrição dos peixes de viveiro até à reprodução e criação ¹⁸.

Com base no exposto, este trabalho tem como pergunta norteadora: As práticas de aquicultura influenciam a composição e qualidade nutricional do pescado e a saúde humana?

Esta pesquisa justifica-se pela sua importância social visto que a aquicultura tem vindo a aumentar a oferta global de alimentos. A produção aquícola já superou a captura selvagem de pescado no mundo, tornando-se a principal fonte de produção e oferta de pescado ¹³.

O tema torna-se relevante, também, pela sua importância acadêmica, visto que são necessários mais estudos na área da nutrição envolvendo os alimentos de origem aquática, principalmente, tratando-se de produção em larga escala.

Objetivo

Foi objetivo deste trabalho fazer uma revisão da literatura tendo em conta a composição nutricional do pescado, conhecendo a composição do pescado de aquicultura pesquisando possíveis influências da ração através do estudo.

Metodologia

Trata-se de um estudo observacional e descritivo, uma revisão sistemática, quantitativa com procedimentos de pesquisa bibliográfica feitos a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e de caráter transversal.

A revisão sistemática seguiu o protocolo da checklist do *The PRISMA Statement - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*. As bases de dados utilizadas foram: PubMed, Web of Science e Scopus, onde foram considerados os estudos a partir de 2018.

A pesquisa foi realizada tendo como foco artigos sobre aquicultura, em particular investigação sobre o teor nutricional de peixes de aquicultura, priorizando as espécies mais produzidas, segundo o relatório da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), do ano de 2022 ¹⁹.

É importante ressaltar que a pesquisa foi realizada utilizando o filtro de procura ativado para os últimos 5 anos. Tendo por base os critérios de elegibilidade, os artigos numa fase inicial foram selecionados de acordo com o título e resumo, e numa fase posterior pelo texto completo. A razão deste intervalo de procura reside no facto de que o período de 5 anos é razoável para que a produção científica dentro do contexto especificado se tenha reformulado de modo mais abrangente, facilitado pelas tecnologias de pesquisa e solidificação das bases de dados. Na fase de elegibilidade foram considerados os artigos que apresentaram os descritores, comparação e aquicultura, no título ou resumo.

Concretamente:

Inicialmente foram escolhidas cinco espécies de peixe para realizar a pesquisa com base no Relatório da FAO mais atual, designadamente: *grass carp*, *silver carp*, *nile tilapia*, *common carp* e *catla*. Porém há uma maior disponibilidade de pesquisas relacionadas a *grass carp*, *common carp* e *nile tilapia*, razão pela qual que foram as eleitas para este estudo. As espécies *silver carp* e *catla* foram exclusas devido à dificuldade em encontrar estudos originais relacionados com as espécies, apenas revisões de literatura ¹⁹.

Para a revisão, foi realizada uma pesquisa bibliográfica através da averiguação de artigos científicos nas bases de dados: Web of Science, Scopus, e Pubmed, a fim de identificar artigos científicos publicados no período de 2018 a 2023, utilizando-se os seguintes descritores: (“Aquiculture” OR “Aquaculture”) AND “Nutritional Composition”, AND (“Nutritional Values OR Nutrient”), AND (“grass carp” OR “silver carp” OR “Common carp” OR “nile tilapia” OR “catla”), bem como em *sites* institucionais: DGAV ²⁰ (Direção Geral de Alimentação e Veterinária), ASAE ²¹ (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica) e EFSA ²².

O fluxo metodológico da revisão baseou-se, inicialmente, na identificação preliminar dos artigos, objetivando fazer um levantamento de artigos que pelo título e resumo contemplassem os descritores da pesquisa; em seguida foi realizada uma leitura exploratória do conteúdo, visando identificar se o artigo consultado interessava à pesquisa e, dessa forma, ir fazendo uma seleção mais orientada; por fim, uma leitura aprofundada do conteúdo que se revelou útil ao estudo, preenchendo um quadro com informações sobre: Título, ano de publicação, país, principal objetivo, resultados encontrados e conclusão.

Para obtenção de dados e informações, o presente estudo seguiu o protocolo para revisão sistemática PRISMA a recolha das referências disponíveis sobre: a) composição nutricional dos peixes de aquicultura, b) principais nutrientes encontrados nos pescados (espécies); c) quantificação da diferença dos ácidos gordos dos peixes de aquicultura (espécies), foi realizada nas bases de dados ISI Web of Science. Informações relacionadas às características; à biologia trófica; os principais peixes de aquicultura, foram obtidas em *sites* especializados de órgãos oficiais e de organizações não governamentais, como:

- a) ASAE - Neste *site* a procura foi relacionada com a segurança alimentar do pescado.
- b) EFSA - Nesta base de dados a averiguação foi relacionar a saúde animal (pescado) e segurança dos alimentos.
- c) DGAV - Neste *site* a investigação foi orientada para a alimentação animal de cada espécie em estudo.

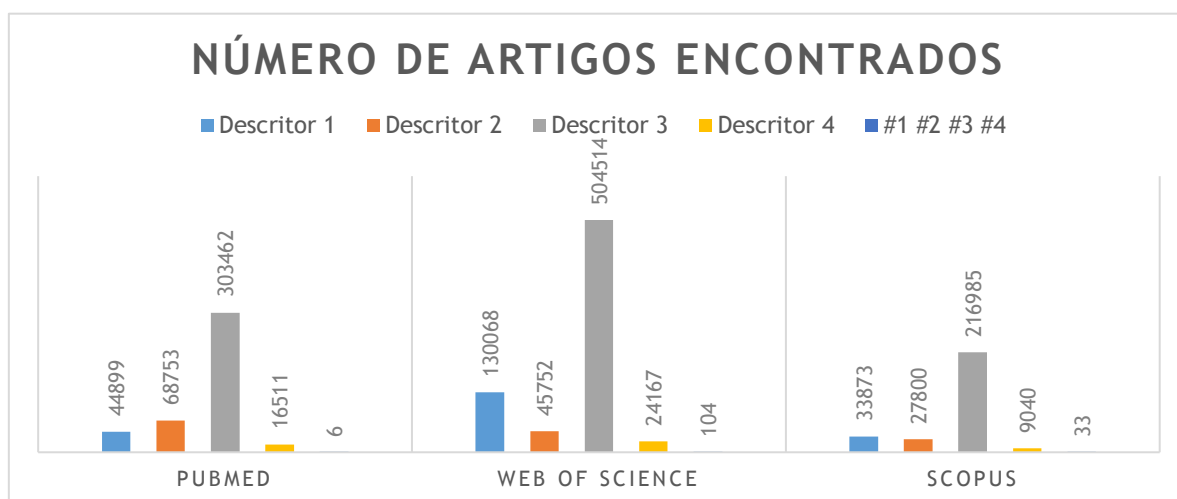
O critério de seleção dos materiais nas bases de dados foi a leitura do título e resumo, sendo selecionados aqueles: (1) relacionados a peixes de aquicultura, com informações sobre adaptabilidade ao ambiente, aclimação e composição nutricional; (2) que contivessem informações sobre a população e ambiente em que vivem; (3) que apresentassem dados de peixes para consumo; (4) que tratassem da qualidade nutricional do pescado.

Outros critérios de seleção da literatura obtida tiveram por base apresentar registos de: (1) artigos que faziam relação de apenas uma espécie de peixe em estudo; (2) artigos que abordavam o tema de forma genérica, sem dados ou parâmetros.

Resultados

A seleção dos artigos foi realizada em quatro etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, de acordo com o fluxograma apresentado (Figura 1). Inicialmente, foram identificados 208 840 artigos com o descritor *Aquiculture*, ou *Aquaculture*, distribuídos da seguinte forma: PubMed (44 899), Web of Science (130 068) e Scopus (33 873). Com o descritor *Nutritional Composition*, foram encontrados 142 305, estando no PubMed (68 753), Web of Science (45 752) e Scopus (27 800). Com o descritor *Nutritional Values* ou *Nutrients* foram encontrados 1 024 961, sendo no PubMed (303 462), Web of Science (504 514) e Scopus (216 985). Utilizando como descritores os nomes dos principais peixes (*Grass carp*, ou *Silver carp*, ou *Nile tilapia*, ou *Common carp*, ou *Catla*) foram encontrados 49 718 estudos, distribuídos no PubMed (16 511), Web of Science (24 167) e Scopus (9.040). Ao cruzar os dados dos descritores na pesquisa por trabalhos em que os descritores se somassem, foram encontrados 143 artigos: PubMed (6), Web of Science (104) e Scopus (33), conforme gráfico 1.

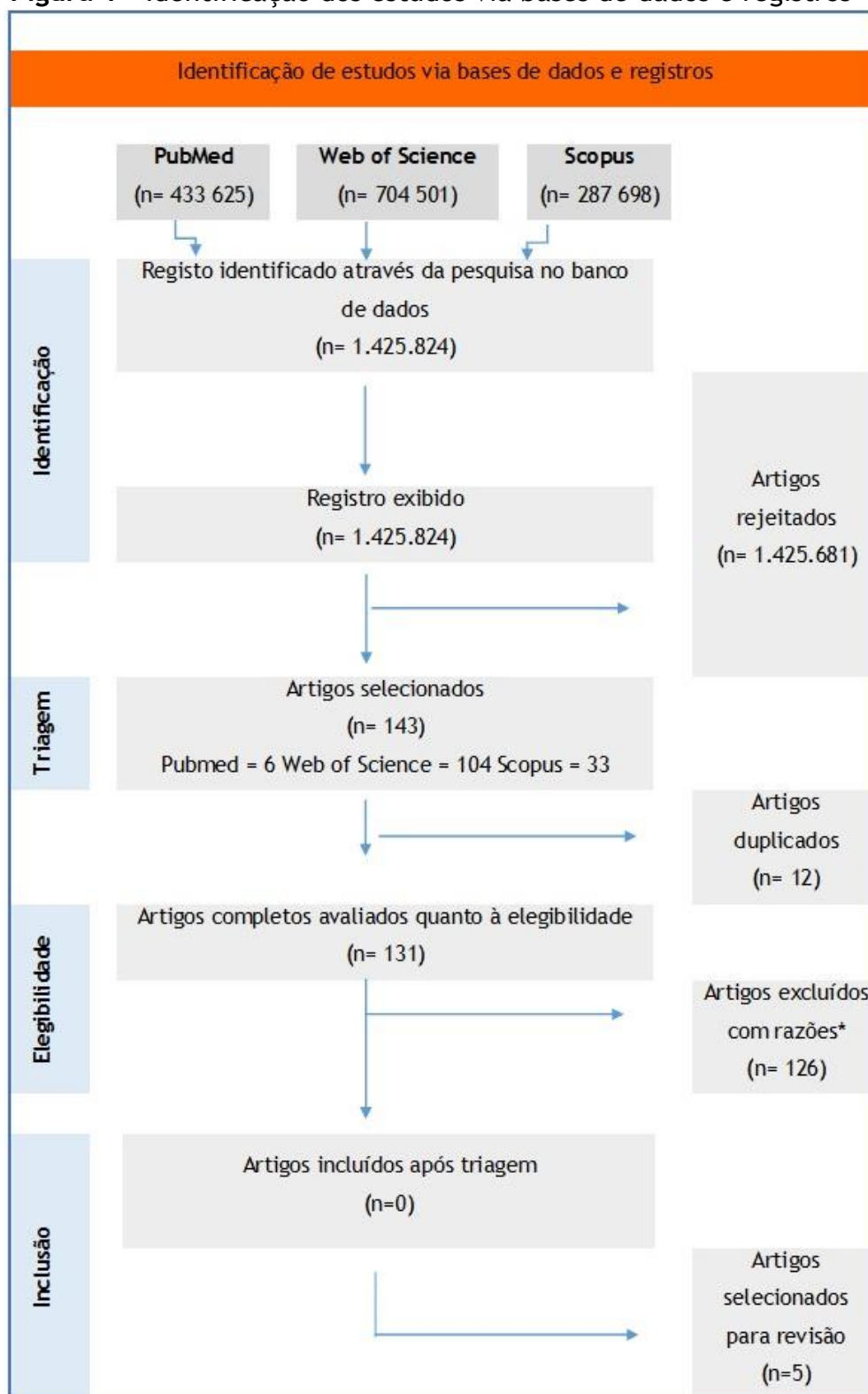
Gráfico 1 - Artigos encontrados de acordo com o tema.



Legenda: - Descritor 1: "Aquiculture" OR "Aquaculture"; - Descritor 2: "Nutritional Composition"; - Descritor 3: "Nutritional Values OR Nutrient"; - Descritor 4: "grass carp" OR "silver carp" OR "Common carp" OR "nile tilapia" OR "catla".

Os dados obtidos foram exportados em formato Pubmed e ris e inseridos na plataforma da Clarivate Endnote, onde foram encontrados e excluídos 12 itens em duplicação, restando para análise 131 estudos. Destes, foram excluídos as revisões e os títulos que fugiam da temática escolhida, restando 26 trabalhos para leitura completa do texto. Destes 26, apenas 7 foram selecionados para fazer parte da revisão (Ver figura1).

Figura 1 - Identificação dos estudos via bases de dados e registros



Fonte: Johanna Oliveira Honningsvåg, 2023. Nas bases de dados: - PubMed; - Web of Science; - Scopus.

*As razões foram: artigos de revisão, ou a abordagem não era compatível com a necessidade deste estudo, ou escrito em um idioma de difícil tradução.

Dessa forma, foram selecionados os seguintes estudos (Tabela 1):

Tabela 1: Artigos selecionados para a Revisão (Continua...)

AUTOR/ANO	PAÍS DA PESQUISA	OBJETIVOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Hu, Han, Zhu, Yang, Jin, Liu, Xie, 2018 ²³ .	Shishou Original Seed Stock Farm of Four Major carp, Hubei, China e o teste de crescimento foi conduzido em gaiolas-rede no mesmo produtor.	Investigar os efeitos de dietas puras sobre o desempenho zootécnico e analisar seus efeitos sobre a qualidade da carne da carpa capim.	As dietas de proteína vegetal prejudicaram significativamente o desempenho de crescimento da carpa. Em relação à qualidade da carne, as dietas com farelo de soja e com farinha de colza diminuíram o teor de lipídeos musculares, no entanto, o farelo de soja melhorou significativamente a firmeza da carne, e a farinha de colza e a proteína vegetal não alteraram o sabor da carne, nem a composição de aminoácidos e as características sensoriais.	Quando comparadas com a dieta da farinha de peixe, tanto a farinha de colza, quanto a de farelo de soja reduziram o crescimento dos peixes e os valores nutritivos dos lipídeos da carne, mas melhoraram a firmeza do filete.
Eljaska, Panicz, Sobczak, Sadowskib, Barbosac, Marquesc <i>et al.</i> , 2020 ²⁴ .	Departamento de Bioengenharia Aquática e Aquicultura, em Szczecin, Polónia.	Avaliar a influência da alimentação em parâmetros zootécnicos, parâmetros bioquímicos plasmáticos, expressão de genes dependentes de lipídios, histomorfologia de hepatócitos e perfis de ácidos gordos em filetes de carpa comum.	O estudo não revelou diferenças no peso corporal final dos peixes alimentados com dietas incluídas 3,125% de mistura de óleos vegetais e algas, e 2,1% de óleo de salmão, em comparação com a dieta controlo significativamente menor. As concentrações de todos os parâmetros bioquímicos no plasma aumentaram gradualmente nos peixes alimentados com as dietas supracitada quando comparadas com a dieta controlo, com exceção dos níveis de triacilglicerol. A expressão dos genes <i>fas</i> hepáticos, <i>elovl-5a</i> e <i>pparγ</i> aumentou significativamente nos peixes alimentados com 3,125% e 1,563% de óleos vegetais com algas. Além disso, o acúmulo de EPA e de DHA no tecido muscular foi diretamente proporcional às quantidades fornecidas nas dietas.	O estudo revelou que os perfis de filetes de carpa podem ser manipulados para teores de DHA e EPA usando dietas enriquecidas, dependendo da fonte de gordura.
Hongbo, Zhiyong, Miling, Liqiao, Zhenyu, Fang, 2020 ²⁵ .	Estação Experimental Biológica da Universidade Normal da China Oriental.	Estudar os efeitos da salinidade da água e teor de gordura da dieta sobre o crescimento, composição nutricional e qualidade da carne da tilápia do Nilo.	Os resultados mostraram que, em comparação com o grupo controlo (salinidade 0) e o grupo alto teor de sal (salinidade 16), a tilápia do Nilo do grupo médio sal (salinidade 8) teve o maior peso corporal final, relação carcaça, gordura corporal, proporção, teor de proteína muscular, teor de aminoácidos e ácido láctico muscular e rendimento total de carne, mas seu fator alimentar, proporção víscera corporal, proporção fígado corporal e valor de pH muscular foram significativamente reduzidos; proporção fígado/corpo, gordura total de peixe, triglicerídeos hepáticos, açúcar no sangue, ácido láctico sérico e teor de triglicerídeos séricos, atividade sérica de aspartato aminotransferase de tilápia do Nilo no grupo com alto teor de sal	Estudos têm demonstrado que a salinidade adequada (salinidade 8) pode promover o crescimento e a qualidade muscular da tilápia do Nilo sob a alimentação de ração com teor médio de gordura, no entanto, o uso de ração com alto teor de gordura em

Tabela 1: Artigos selecionados para a Revisão (Conclusão)

AUTOR/ANO	PAÍS DA PESQUISA	OBJETIVOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
			maior, mas o peixe inteiro e umidade do músculo, cinzas de peixe inteiro , o rendimento de carne e a taxa de perda de água centrífuga do músculo diminuiram. Quando alimentados com dieta hiperlipídica, à medida que a salinidade aumentava, o peso corporal final, taxa de sobrevivência e índice de gordura corporal diminuíam, mas o fator alimentar, índice de vísceras, índice de fígado e gordura corporal aumentavam. Entre eles, a proteína muscular e o teor de aminoácidos da tilápia do Nilo no grupo alto teor de gordura e médio sal foram significativamente reduzidos, enquanto as cinzas de peixe inteiro, triglicerídeos hepáticos, açúcar no sangue, atividade do aspartato aminotransferase, gordura muscular total e glicerol muscular no grupo com alto teor de gordura e alto teor de sal foram significativamente menores.	água com alta salinidade não tem efeito sobre a tilápia do Nilo. O crescimento de não-peixe e a qualidade da carne têm um impacto negativo maior.
Sobczak, Panicz, Eljaska, Sadowskib, Tórbz, Barbosac <i>et al.</i> , 2020 ²⁶ .	O estudo foi realizado num produtor de carpas em Maliniec, localizada no nordeste da Polónia.	Avaliar o efeito da alimentação de carpas com ração enriquecida com farelo ou óleo de salmão em indicadores de qualidade nutricional.	Os filetes obtidos de carpas alimentadas com a ração experimental continham menos proteína e mais gordura bruta e tinham fibras musculares maiores, mas pontuaram mais na avaliação sensorial de umidade e sabor do peixe. Na gordura da carpa alimentada com ração enriquecida, observou-se uma maior participação de ácidos gordos polinsaturados (PUFA) total, n-3 PUFA, total de EPA e DHA, relação n-3/n-6 e uma menor participação de ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) total em comparação com o peixe controlo.	A refeição como fonte de EPA e DHA deu resultados muito melhores do que o óleo de salmão, pois permitiu um maior teor desses valiosos ácidos gordos, sem comprometer a qualidade.
Sobczak, Panicz, Eljasik, Sadowski, Barbosa, Dias <i>et al.</i> , 2021 ²⁷ .	Divisão de Aquicultura, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Polónia.	Avaliar o valor nutricional e as propriedades sensoriais da carne de carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i> L.) alimentada durante 116 dias com duas misturas.	Os filetes de carpas alimentados com dieta experimental apresentaram maior teor de proteína, menor teor de gordura e valor energético. A gordura intramuscular dos peixes alimentados com a dieta experimental apresentou melhores parâmetros de qualidade. A proteína da carne dos peixes de ambos os grupos foi caracterizada por uma alta qualidade em relação ao padrão proteico.	O estudo mostrou que a carne de carpa alimentada com ração experimental enriquecida com ingredientes sustentáveis e naturais pode ser uma fonte sensorialmente atraente de ingredientes nutritivos na dieta humana.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

Legenda: - PUFA: ácidos gordos polinsaturados; - EPA: ácido eicosapentaenoico; - DHA: ácido docosaenoico; - MUFA: ácidos gordos monoinsaturados.

Discussão

Esta revisão objetivou a caracterização da composição nutricional do pescado de aquicultura, no entanto, repara-se que não é possível realizar esse objetivo excluindo os fatores extrínsecos aos quais os peixes são submetidos, nomeadamente, a realidade da água, a salinidade, o tipo de tanque e de comida, são fatores importantes na análise da qualidade e do teor nutricional do pescado.

Os peixes analisados foram a carpa comum, a carpa capim e a tilápia do Nilo, que estão entre os cinco peixes mais produzidos na aquicultura mundial, em pesca de interior, de acordo com o relatório da FAO, do ano de 2022; os peixes mais produzidos de pesca marítima ainda ficam em posição menor que os de água costeira

Os obstáculos para a realização desta pesquisa foram encontrar estudos recentes, que não fossem revisões de literatura, e que estivessem em idiomas de difícil tradução. A qualidade da alimentação dos peixes é considerada um dos principais fatores e de maior impacto no resultado da aquicultura, portanto, esses sistemas requerem um fornecimento adequado de rações nutricionalmente balanceadas ²⁶.

No estudo 1 ²³, foram comparados 3 grupos de peixes (carpa), alimentados de maneiras distintas. O primeiro grupo, fornecia farinha de peixe (FP), o segundo, farelo de soja (FS) e o terceiro farelo de colza (FC). Os animais foram aclimatados e divididos em três gaiolas, cada uma com dezoito peixes, alimentados duas vezes por dia, até a aparente saciedade.

Os peixes alimentados com FS e FC apresentaram peso corporal final, taxa de crescimento específico e eficiência de retenção de proteína menores que os alimentados com FP, além de terem apresentado um teor de humidade

significativamente maior e níveis de lípidos brutos mais baixos no músculo dorsal. Observou-se uma pequena quantidade de ácidos gordo saturados, e a quantidade de ácidos gordos polinsaturados foi maior no grupo FP.

É importante classificar o peixe pelo teor de gordura, pois influencia diretamente na eficiência produtiva e na aceitação do produto pelo consumidor, tendo em vista que a gordura altera a palatabilidade da carne do peixe, e pode influenciar o tempo que o peixe pode ficar congelado, devido a processos oxidativos. Quanto menor o teor de gordura, maior o teor de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa ²³.

Segundo Ljubojevivy *et al.*, (2012) o valor nutricional de um peixe, para além da sua composição química, é determinado pela qualidade das suas gorduras. Um alto fornecimento de ácidos gordos polinsaturados leva diretamente a uma maior incorporação desses ácidos nos músculos do peixe ²⁹.

A firmeza do músculo do peixe alimentado com FS e FC foi significativamente melhor, entretanto, essa solidez indica uma diminuição no teor de lípidos brutos do músculo, e tendo em vista que o teor de humidade também foi maior, sugere-se que os músculos sejam menos nutritivos, e os resultados mostraram que o perfil de ácidos gordos foi significativamente afetado.

Como as fontes de proteína vegetal são desprovidas de ácidos gordos polinsaturados (PUFA), a sua inclusão em altos níveis pode afetar negativamente a composição de ácidos gordos do filete, especialmente o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaexaenoico (DHA), os principais responsáveis pela promoção da saúde e benefícios atribuídos ao consumo do pescado.

No estudo 2 ²⁴, o objetivo foi avaliar a influência da alimentação em parâmetros zootécnicos, bioquímicos plasmáticos, expressão de genes dependentes de lipídios, histomorfologia de hepatócitos e perfis de ácidos gordos em filetes de carpa comum.

Foram divididos em quatro grupos de dietas: uma controle e três experimentais que os autores chamaram de CB1 (isolipídica), CB2 (isonitrogenada) e CB3 (isoenergética), enriquecidas com levedura, microalgas, refeições de macroalgas. Na dieta controle a única fonte lipídica foram óleos de soja e colza, enquanto no grupo CB3, foram utilizados os óleos de soja e colza, e salmão, e em CB1 E CB2 foram utilizados óleos de colza e *Schizochytrium sp.*

As concentrações mais altas de EPA e DHA estavam em peixes alimentados com CB1. O maior teor de gordura foi observado nos filetes de peixe alimentados com CB3. O estudo demonstrou que diferentes fontes de lipídios podem influenciar parâmetros zootécnicos, regular vias metabólicas a nível bioquímico e transcricional, e afetar a histologia hepática e os perfis de ácidos gordos nos músculos, em carpas comuns.

No estudo 3 ²⁵ foram avaliados os parâmetros físico-químicos da água por intervenção da salinidade, em tilápias do Nilo. A pesquisa durou 8 semanas, e verificou que a salinidade média não apresentou alteração significativa na taxa de ingestão de alimentos, mas apresentou a maior taxa de crescimento específico e taxa de ganho de peso.

Os alevinos foram alimentados com ração comercial, durante duas semanas, até se estabilizarem no laboratório. Foram divididos em dezoito tanques com 30 peixes cada.

A temperatura da água foi controlada, a quantidade de cristais de sal foi adicionada aos tanques de armazenamento de água (com 1.500 L) para ajustar a salinidade. Os peixes, após o período de estabilização, foram alimentados de maneiras distintas: metade da população foi alimentada com uma dieta com teor médio de gordura, e a outra parte, com uma dieta com teor alto de gordura.

Quando alimentados com alto teor de gordura, mas em água doce, o peso corporal aumentou significativamente, com salinidade moderada, a taxa de sobrevivência foi reduzida, reduzindo ainda mais quando submetidos a alta salinidade.

Quando alimentados com meio teor de gordura, o peso corporal final, a relação corpo/casca, e a proporção do corpo gordo do peixe foram significativamente maiores do que no grupo controle e no de alta salinidade, mas o alto teor de sal aumentou significativamente a gordura, a proporção visceral e a proporção corporal hepática.

O nível de gordura afetou significativamente o peso corporal final, a taxa de sobrevivência, a razão corporal visceral e a razão corporal de gordura da tilápia. O nível de salinidade afetou significativamente todos os indicadores supracitados.

A interação entre o nível de salinidade e o teor de gordura da dieta mostraram que sob diferentes teores de gordura na dieta e salinidade da água a tilápia do Nilo apresentou diferentes padrões metabólicos e causou diferentes diminuições de nutrientes.

Água salobra pode reduzir significativamente a taxa de perda de água do músculo da tilápia, o que corrobora com o estudo 1 desta revisão, que um aumento na

capacidade de retenção de água resulta em carne pálida, reduzindo a cor e o brilho, levando à perda de proteína junto com a água.

O estudo 4 ²⁴, pretendeu avaliar a qualidade de carpas alimentadas com rações enriquecidas com os ácidos gordos EPA + DHA de fontes naturais e verificar se o uso dessas misturas aumentaria o valor nutricional dos filetes de carpas sem comprometer a estrutura, textura e parâmetros sensoriais de qualidade.

Do ponto de vista do consumidor, a qualidade do peixe é mais frequentemente relacionada aos valores nutritivos e às características organoléticas da carne. A firmeza da carne também está associada ao teor de lípidos e/ou ao colágeno na carne ²³.

Esse estudo compreendeu quatro dietas experimentais: uma dieta controlo, utilizando uma ração comercial para *common carp*, com níveis moderados de farinha de peixe e níveis elevados de matérias-primas vegetais e óleos vegetais (colza e soja) como única fonte de gordura. Nas outras três, dietas teste, metade da farinha de peixe foi substituída por uma mistura de microalgas, e as frações de gorduras foram fornecidas através de misturas de óleos vegetais e uma alga rica em DHA (*Schizochytrium*) a 3,125% (CB1), 1,563% (CB2) e óleo de salmão (CB3).

Os filetes de peixe alimentados com rações fortificadas foram caracterizados por um menor teor de proteína e maiores quantidades de matéria seca e gordura em comparação com o grupo controlo. As maiores diferenças foram entre o grupo controlo e a carpa alimentada com a dieta CB3. Os peixes que receberam rações fortificadas demonstraram maior dureza e mastigabilidade e menor elasticidade que os peixes do grupo controle.

O valor nutritivo do peixe, além de sua composição química, é determinado pela qualidade das gorduras. A alimentação com *Schizochytrium* e óleo de salmão alteraram significativamente o perfil de ácidos gordos. Dietas contendo óleo de peixe favorecem o acúmulo de ácidos gordos insaturados, especialmente EPA e DHA. Nesse estudo, o efeito mais pronunciado da nutrição dos peixes foi evidenciado na gordura muscular de carpas alimentadas com dietas nas quais as fontes de DHA foram as algas, e não o óleo de salmão.

Não foram detetadas diferenças significativas na textura e na maioria dos parâmetros da qualidade sensorial. A humidade mais baixa foi observada nos músculos dos peixes alimentados com a dieta CB3, que também foram os mais suscetíveis a perda de peso causada pela congelação e descongelação. Os filetes do grupo CB1 tinham a maior quantidade de ácidos gordos polinsaturados, incluindo EPA e DHA e, por isso, foram classificados como os filetes mais gordos, e foram associados com a fluidez da gordura detetável no consumo.

A refeição dos peixes tendo como fonte EPA e DHA na ração produziu resultados muito melhores em termos de fortificação de EPA e DHA do que o óleo de salmão, novamente sem comprometer a qualidade e as perdas de peso durante a descongelação, que estão associadas a perdas económicas.

No estudo 5²⁷, o objetivo foi avaliar a qualidade nutricional da gordura, sem qualquer deterioração no crescimento do peixe, propriedades organoléticas e qualidade nutricional da carne. O estudo compreendeu duas dietas: controlo e experimental. A primeira simulando uma formulação de ração comercial para carpa comum, com níveis moderados de farinha de peixe e altos níveis de matérias-primas vegetais e óleos vegetais como únicas fontes de gordura. Na dieta experimental, metade da

farinha de peixe foi substituída por uma mistura de microalgas, macroalgas e levedura selenizada, e o óleo vegetal foi substituído por óleo de salmão extraído de subprodutos de salmão (de aquicultura) do atlântico.

A carne da carpa alimentada com a ração experimental caracterizou-se por apresentar maior teor de proteína bruta e humidade, além de menor teor de gordura bruta, matéria seca e valor energético em relação ao grupo controlo. Verificou-se que o consumo de 100 g de carne de carpa da dieta experimental fornece aproximadamente 30,4 mg de EPA + DHA, enquanto 100 g de carne da dieta controlo fornece 14,89 mg de EPA + DHA.

Não houve diferenças sensoriais nas carnes dos dois grupos, no entanto, a carne da carpa de dieta experimental apresentou maior elasticidade, coesão e mastigabilidade, bem como maior odor quando cozinhada. Nestes casos, de acordo com a evidência, será mais fácil para o consumidor optar e usufruir deste tipo de pescado que apresenta menor nível de resistência e melhores características organoléticas ¹⁷.

Os filetes de carpa da dieta experimental revelaram maior teor em proteínas, menos gordura e menor valor energético do que os filetes da dieta controlo, mostrando que a alimentação influencia a composição nutricional a nível centesimal da carpa durante a criação. Carpas alimentadas com uma dieta com óleo de peixe, em comparação com aquelas alimentadas com uma ração controlo ou uma ração com adição de azeites ou óleo de soja, tinham menos proteína, mais gordura e menor valor energético (kcal/100 g), na carne.

O equilíbrio dos ácidos gordos ômega-6 e ômega-3 na dieta humana é importante porque esses ácidos gordos, na maioria das vezes, têm efeitos fisiológicos relevantes, melhorando o sistema imunológico humano e, conseqüentemente, reduzindo fatores de risco de doenças cardiovasculares. Uma alta proporção de ômega-6/ômega-3 está associada ao sobrepeso/obesidade, enquanto uma proporção equilibrada diminui a obesidade e o ganho de peso, bem como pode desempenhar um papel vital na preservação da integridade esquelética na velhice ⁸.

O estudo conclui que a alimentação de carpas com rações enriquecidas com ingredientes específicos como farinha de microalgas/macroalgas e óleo de peixe pode melhorar significativamente a qualidade nutricional dos filetes. Em comparação com a dieta controle, o músculo/carne de peixe cuja ração foi fortificada tinha mais proteína, menos gordura e menor valor energético, tendo revelado melhores índices nutricionais (ou seja, maior participação de ácidos gordos polinsaturados totais) e também melhor sabor e cheiro. Com tais características, a carpa pode constituir uma fonte de peixe nutricional e sensorialmente atraente para a dieta humana, especialmente para pessoas que evitam o consumo de peixe exatamente por causa da palatabilidade típica do peixe. É essencial diminuir os níveis de ácidos gordos ômega-6 na dieta, e aumentar a ingestão de ácidos gordos ômega-3. Isso pode ser conseguido, por exemplo, aumentando a ingestão de peixe para 2 a 3 vezes por semana, enquanto diminui a ingestão de carne ⁸.

Aprodu *et al.*, (2012) ressaltaram no seu trabalho que carpas alimentadas com uma dieta com óleo de peixe, em comparação com aquelas alimentadas com rações adicionadas de óleo de soja ou azeite, tinham menos proteínas, mais gorduras e menor valor energético ³⁰.

Conclusões

Quanto à composição nutricional do pescado de aquicultura, viu-se que não há como generalizar a qualidade nutricional da produção aquícola, tendo em vista as diferenças nos sistemas reservatórios, nas dietas, na temperatura e salinidade da água. Dito isto, é necessário que sejam analisados os fatores ambientais a que os peixes são submetidos. Viu-se que há qualidade nutricional nos peixes de aquicultura, com certas variações, principalmente relacionadas ao tipo de dieta aplicada, de acordo com a espécie.

A questão norteadora deste estudo foi verificar se há influência da aquicultura na qualidade nutricional dos peixes produzidos nesse tipo de sistema de produção, e a resposta obtida foi que não há como desvincular a qualidade da forma como ele é produzido. Há diversas formas de produzir, diversos sistemas e tipos diferentes de ração disponibilizadas no mercado, há a diferença de temperatura, de altitude, de tamanho das gaiolas, e todos esses fatores contribuem de alguma forma para modificar a estrutura físico-química do peixe.

Sabe-se também que o peixe de aquicultura é subestimado pela população, como citado no estudo feito em Portugal, onde se destaca uma certa aversão ao mesmo por parte da população, por outro lado a EU segue regras restritas quanto a criação animal e a prática de aquicultura, tendo uma rígida legislação e supervisão, o que potencializa a qualidade nutricional do peixe de aquicultura, considerando que este está associado com as praticas, manejos, ração e todos os fatos extrínsecos que o peixe esta exposto e associado.

Estudos que conscientizem a população e comprovem a qualidade nutricional do peixe de aquicultura é fundamental quando a população mundial tende a crescer drasticamente gerando uma demanda não sustentável de alimentos ricos nutricionalmente e proteínas de qualidade, principalmente quando a pesca tradicional já não atende a necessidade global.

Sendo assim sugere-se prosseguir com estudos nessa área, a fim de desmistificar a produção aquícola e conscientizar a população sobre o consumo de peixes de aquicultura. Além de incentivar a procura por novas alternativas de alimentação para os peixes, que não diminuam a qualidade nutricional da carne, investigando os melhores níveis de inclusão de gorduras vegetais, de modo a melhorar o crescimento dos peixes, diminuir os custos da ração e diminuindo os riscos de prejuízo à saúde de seus consumidores. Novas pesquisas poderão ser feitas no futuro, envolvendo a população que trabalha ativamente na aquicultura, por exemplo, e como o consumo do pescado contribui para sua saúde.

Referências bibliográficas

- 1 Siqueira TV. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. Boletim Regional Urbano e Ambiental. 2019; 17: 53-60
- 2 Khawli FA, Martí-Quijal FJ, Ferrer E, Ruiz MJ, Berrada H, Gavahian M *et al.* Aquaculture and its by-products as a source of nutrients and bioactive compounds. Advances in Food and Nutrition Research. 2020; 92: 1-33.
- 3 Fiorella KJ, Okronipa H, Baker K, Heilpern S. Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. Current Opinion in Biotechnology. 2021; 70: 83-90.
- 4 Viegas KQO. Plano de negócio em Aquicultura: Implementação de uma unidade de produção de peixes em São Tomé e Príncipe [Dissertação de mestrado]. Évora: Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais. Mestrado em Economia e Gestão para Negócios. 2021.
- 5 Rocha RJM, Dinis MT. Aquicultura Sustentável: da subsistência à produção comercial. CAPTAR: Ciência e Ambiente para todos. 2019; 8(1): 40-50.
- 6 Ahmad A, Abdullah SRS, Hasan HA, Othman AR, Ismail NI. Aquaculture industry: Supply and demand, best practices, effluent and its current issues and treatment technology. Journal of Environmental Management. 2021; 287: 1-14.
- 7 Viana DEL. Ácidos graxos das séries ômega-3 e ômega-6 e sua utilização no tratamento de doenças cardiovasculares: Uma revisão. [Monografia]. UFCG: Universidade Federal de Campina Grande. Curso de Bacharelado em Farmácia. 2014.
- 8 Martin CA, Almeida VV, Ruiz MR, Visentainer JEL, Matshushita M, Souza NE, *et al.* Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. Rev. Nutr. 2006; 19 (6).
- 9 López-Pedrouso M, Lorenzo JM, Cantalpie J, Zapata C, Franco JM, Franco D. Aquaculture and by-products: Challenges and opportunities in the use of alternative protein sources and bioactive compounds. Advances in Food and Nutrition Research. 2020; 92: 127-185.
- 10 Silva AGF. Produção e caracterização física e química de farinha de insetos utilizados na piscicultura [Trabalho de Conclusão de Curso]. UFCG: Universidade Federal de Campina Grande. Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. 2023.
- 11 Naylor RL, Hardy RW, Buschmann AH, Bush SR, Cao L, Klinger DH, *et al.* A 20-year retrospective review of global aquaculture. Nature. 2021; 591: 551- 563.
- 12 Ismail NAH, Wee SY, Aris AZ. Multi-class of endocrine disrupting compounds in aquaculture ecosystems and health impacts in exposed biota. Chemosphere. 2017; 188: 375-388.

- 13 Morais ER, Matte A, Oliveira EC. Piscicultura e segurança alimentar no sul do Brasil: influência e inter-relação com diferentes atividades produtivas. Encontro Internacional de Pós-graduação. 5(1): 41-5.

- 14 EUR-Lex. Diretiva 98/58/CE do Conselho de 20 de julho de 1998: relativa à proteção dos animais nas explorações pecuárias. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0058> [acedido em: 19 de setembro de 2023].

- 15 EFSA. Fish welfare. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/fish-welfare> [acedido em: 18 de setembro de 2023].

- 16 EFSA. Animal Health and Welfare. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/science/scientific-committee-and-panels/ahaw> [acedido em: 19 de setembro de 2023].

- 17 Bernardo LSC. A percepção do consumidor face ao pescado de Aquacultura [Dissertação de Mestrado]. Portugal: Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar. 2017.

- 18 Europarl. Fichas temáticas sobre a União Europeia. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/120/producao-da-aquicultura-na-uniao-europeia> [acedido em: 19 de setembro de 2023].

- 19 FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Transforming food systems for food security, improved nutrition, and affordable healthy diets for all. Rome. 2022.

- 20 DVAG. Portal da Direção Geral de Alimentação e Veterinária [Internet]. Lisboa: Direção Geral de Alimentação e Veterinária; 2022. Disponível em: <https://www.dgav.pt/>

- 21 ASAE. Portal da Autoridade de Segurança Alimentar Económica [Internet]. Lisboa: Autoridade de Segurança Alimentar Económica, Órgão de Polícia Criminal; 2022. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/?v=%3d%3dBQAAAB%2bLCAAAAAABABLLiiwNQQAyHpIHAUAAAA%3d>

- 22 EFSA. European Food Safety Authority [Internet]. Itália: European Food Safety Authority; 2022. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en>

- 23 Hu H, Han D, Zhu X, Yang Y, Jin J, Liu H, Xie S. Effect of Different Protein Source Diets on Growth, Sensory Parameters and Flesh texture of On-Growing Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). The Israeli Journal of Aquaculture. 2018; 70 (1495).

- 24 Eljasik P, Panicz R, Sobczak M, Sadowski J, Barbosa V, Marques A, Dias J. Plasma biochemistry, gene expression and liver histomorphology in common carp

(*Cyprinus carpio*) fed with different dietary fat sources. Food and Chemical Toxicology. 2020; 139 (111300).

25 Lu H, Zhang Z, Zhang M, Chen L, Du Z, Qiao F. Influences of water salinity and dietary fat content on growth, nutrient composition and fillet quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Jorunal of fisheries of China. 2020; 44 (7): 1156-1172.

26 Sobczak M, Panicz R, Eljasika P, Sadowskib J, Tórzeb A, Yochowska-Kujawska V, *et al.* Quality improvement of common carp (*Cyprinus carpio* L.) meat fortified with n-3 PUFA. Food and Chemical Toxicology. 2020; 139 (111261).

27 Sobczak M, Panicz R, Eljasika P, Sadowski J, Barbosa V, Marques A, Dias J. Nutritional value and sensory properties of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fillets enriched with sustainable and natural feed ingredients. Food and Chemical Toxicology. 2021; 152 (112297).

28 Sarkar MM, Rohani MF, Hossain MAR, Shahjahan M. Evaluation of Heavy Metal Contamination in Some Selected Commercial Fish Feeds Used in Bangladesh. Biol Trace Elem Res. 2022; 200(2): 844-854.

29 Ljubojević L, Ćirković M, Novakov N, Jovanović R, Janković S, Đorđević V, *et al.* The impact of diet on meat quality of common carp. Archiva Zootechnia. 2012; 15 (3)

30 Aprodu I., Vasile A., Gurau G., Ionescu A., Paltenea E. Evaluation of nutritional quality of the common carp (*Cyprinus carpio*) enriched in fatty acids. Ann. Univ. Dunarea Jos Galati Fasc. VI Food Technol. 2012; 36:61-73