

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Denominação de Origem Geográfica e  
biotecnologia aplicada para processos de  
certificação da qualidade do pescado de  
*Oreochromis niloticus* criado em tanque-rede no  
reservatório de Chavantes**

**NAOR SILVEIRA FIALHO**

Jaboticabal, São Paulo

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Denominação de Origem Geográfica e  
biotecnologia aplicada para processos de  
certificação da qualidade do pescado de  
*Oreochromis niloticus* criado em tanque-rede no  
reservatório de Chavantes**

**NAOR SILVEIRA FIALHO**

**Orientador: Dr. Guilherme Wolff Bueno**

**Coorientadora: Dra. Tavani Rocha Camargo**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor.

Jaboticabal, São Paulo

2024

F438d	<p>Fialho, Naor Silveira</p> <p>Denominação de Origem Geográfica e biotecnologia aplicada para processos de certificação da qualidade do pescado de <i>Oreochromis niloticus</i> criado em tanque-rede no reservatório de Chavantes / Naor Silveira Fialho. -- Jaboticabal, 2024</p> <p>147 f. : il., tabs., fotos</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Guilherme Wolff Bueno</p> <p>Coorientadora: Tavani Rocha Camargo</p> <p>1. Aquicultura. 2. Certificados de origem. 3. Tilápia-do-Nilo. 4. Indicação Geográfica. 5. Denominação de Origem. I. Título.</p>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

# ATESTADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA TESE:** Denominação de Origem Geográfica e biotecnologia aplicada para processos de certificação da qualidade do pescado de *Oreochromis niloticus* criado em tanque-rede no reservatório de Chavantes.

**AUTOR:** Msc. Naor Silveira Fialho

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Guilherme Wolff Bueno

**COORDINADORA:** Dra. Tavani Rocha Camargo



**DR. GUILHERME WOLFF BUENO**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP  
Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira – FCAVR  
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura - DERPA  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp



**DRA. JULIANA ANTUNES GALVÃO**

Universidade de São Paulo – USP  
Escola Superior de Agricultura - ESALQ  
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN



**DR. DANILO CINTRA PROENÇA**

Biomonetize Company Brazil



**DR. THIAGO EL HADI PEREZ FABREGAT**

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV  
Departamento de Produção Animal e Alimentos



**DR. Carlos Augusto Prata Gaona**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos - Unesp Araraquara  
Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira – FCAVR  
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura - DERPA  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp

Jaboticabal, 29 de fevereiro de 2024.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>AGRADECIMENTO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>11</b>
<b>REVIEW MANUSCRIPT: The path of certification schemes in aquaculture: a review of Geographic Indication .....</b>	<b>11</b>
ABSTRACT.....	11
1. Introduction .....	12
2. Certification in aquaculture.....	12
3. Geographical Indication in Aquaculture .....	17
4. Conclusion .....	21
5. Reference .....	21
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>25</b>
<b>ARTIGO CIENTÍFICO: Protocol for assessing the eligibility of Nile tilapia net-cage culture for certification as Geographical Indications in the order of Denomination of Origin.....</b>	<b>25</b>
ABSTRACT.....	25
1. INTRODUCTION.....	26
2. MATERIALS E METHODS.....	27
2.1. <i>Experimental design</i> .....	27
3. RESULTS.....	30
3.1 Questionnaire .....	30
3.2. <i>Indicators for the analysis of quality factors in fish fillet</i> .....	34
3.3. <i>Benchmarking</i> .....	37
3.4. <i>Production Processes: Handling, Collection, Transportation, and Pre-slaughter</i> .....	40
4. DISCUSSION.....	41
4.1 Questionnaire .....	41
4.2 <i>Analysis of quality factors in fish fillet and Benchmarking</i> .....	43
4.3 <i>Outcomes from the protocol application</i> .....	48
5. CONCLUSION.....	49
ANNEX 1 .....	50

1. STRUCTURAL QUESTIONS .....	50
1.1. Product Criterion: .....	50
1.2. Territoriality Criterion: .....	51
1.3. Production Method/Production Chain Criterion: .....	51
1.4. Governance Criterion: .....	52
1.5. Identity and Sense of Belonging Criterion: .....	52
1.6. Economic Performance Criterion: .....	53
1.7. Need for Protection Criterion: .....	53
1.8. Research Involved Criterion: .....	53
1.9. Vision for the Future Criterion: .....	54
REFERENCE .....	55
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>63</b>
<b>Denominação de Origem Geográfica da <i>Oreochromis niloticus</i> criada em tanque-rede no reservatório de Chavantes, São Paulo, Brasil: Caderno de Especificações Técnicas e Registro da Indicação Geográfica no INPI .....</b>	<b>63</b>
RESUMO .....	63
ABSTRACT .....	64
1. INTRODUÇÃO .....	65
2. ESTADO DA ARTE, ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS .....	66
2.1. Denominação de Origem (DO) .....	67
2.2. Critérios e documentação necessária para depósito de pedido de DO .....	70
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	75
3.1 Protocolo 01: Processos de produção: manejo, coleta, transporte e pré-abate .....	76
3.2 Protocolo 02: Bioprocessos: análise dos fatores de qualidade do filé de tilápia .....	78
3.3 Documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço, no caso de DO .....	79
3.4 Caderno de Especificações Técnicas .....	79
4. RESULTADOS E CONFECÇÃO DO CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM “ <i>Filé Fresco de Tilápia Chavantes</i> ” .....	81
4.1 Resultados do Protocolo 01: Processos de produção: manejo, coleta, transporte e pré-abate do filé de tilápia .....	81
4.2 Bioprocessos: análise dos fatores de qualidade do filé fresco da tilápia .....	88
4.3 Dossiê dos documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades da DO “ <i>Filé de Tilápia Chavantes</i> ” .....	93
4.4 Caderno de Especificações Técnicas da Denominação de Origem “ <i>Filé de Tilápia de Chavantes</i> ” .....	108
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>119</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>124</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>132</b>

## **LISTA DE ABREVIações E SIGLAS**

(ASC)	Aquaculture Stewardship Council
(BAP)	Best Aquaculture Practices
(BRC)	BRC Global Standards
(ESG)	Environmental, Social, and Governance
(EU)	European Union
(FOS)	Friend of the Sea
(GAA)	Global Aquaculture Alliance
(GI)	Geographical Indications
(IDH)	Dutch Sustainable Trade Initiative
(IFS)	International Featured Standards
(RSPCA)	Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals
(SLO)	Social License to Operate
(SSPO)	Scottish Salmon Producers' Organization
(ORIGIN)	Organization for an International Geographical Indications Network
(WWF)	World Wildlife Fund
(IPL)	Brazilian Industrial Property Law
(DO)	Denomination of Origin
(IS)	Indication of Source
(WIPO)	World Intellectual Property Organization

## AGRADECIMENTO INSTITUCIONAL

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo fornecimento das bolsas pesquisa científica que possibilitaram a realização do presente trabalho (CAPES nº 88887.500076/2020-00 e CNPq n.313135/2019-3 e 303653/2022-1).

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

Este estudo também contou com recursos apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos nº 2022/02756-4 e 2021/02988-0 integrantes dos Programas de Inovação Tecnológica – PFPMCG, Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais, vinculado ao Centro de Pesquisa em Dinâmica da Biodiversidade e Mudanças do Clima (CBioClima/CEPID/FAPESP), processo 2021/10639-5.

E por fim, agradeço a Empresa Piscicultura Cristalina LTDA e *startup* Sample – Inovação e Biotecnologia na Produção Animal LTDA pela parceria e apoio de infraestrutura, logística, fornecimento de dados históricos, da equipe. Ao “Aquário de Ideias”, Incubadora de Empresa de Base Científica e Tecnológica da UNESP no Vale do Ribeira e ao Laboratório de Bioeconomia e Inovação da UNESP Registro pelo apoio operacional e mentorias durante todo o desenvolvimento deste trabalho científico e tecnológico.

## AGRADECIMENTOS

Começo e dedico todo meu agradecimento ao meu Senhor, Jesus Cristo. Agradeço a Ele por me permitir chegar a este momento de realização com uma paz que excede todo o entendimento (Fp 4:7). Agradeço por me permitir ter uma família e edificá-la nEle. Não há bênção maior que essa. Sou muito grato a Deus pela minha esposa Ana Karolina Carvalho de Sá **Fialho**, pois quem encontra uma esposa encontra algo excelente; recebeu uma bênção do Senhor (Pv 18:22). Através das nossas vidas, Deus nos deu uma graça que não consigo expressar em palavras de sermos pais, hoje, do Samuel de Sá Fialho e do Daniel de Sá Fialho, que serão grandes homens de Deus. Temos a alegria de estarmos gerando nosso terceiro fruto. Pois, para nós, nossos filhos são herança do SENHOR, uma recompensa que ele dá, e como sou feliz por tê-los (Sl 127). Não consigo agradecer o suficiente ao meu Deus pela família em que fui concebido (Silveira Fialho) e da qual passei a fazer parte (Carvalho Pereira de Sá). Meu pai, Adriano Walendowsky Fialho, alguém que nunca mediu esforços para prover para nós, meus irmãos, que falando neles, Aron e Ryan Silveira Fialho, são irmãos que mesmo longe geograficamente, estamos sempre pensando e participando nas vidas uns dos outros, pois neles conheci e sinto o amor de irmão. Louvo a Deus por sua vida pai, e te amo muito. Agradeço a Deus pela minha mãe, Luciana Silveira Fialho, e peço a Deus que o amor em nós cresça cada dia mais. Sou muito grato a Deus pela vida dos meus sogros, Airton Moraes Pereira de Sá e Kathia Cristina Carvalho de Sá, que, como sempre digo, me ensinaram muito sobre família e perseverança. Eu amo vocês. Para encerrar a parte da família, queria agradecer a minha Vó Salma, única dos meus avós que ainda vive. Por anos não me relacionei com ela, mas pela misericórdia e amor infinito do meu Deus Pai, hoje tenho o privilégio de levar meus filhos a casa da “bisa Salma” e ter a experiência impagável da “Casa de Vó”, obrigado por isso meu Deus.

Dentre tantas pessoas a quem agradeço a Deus em toda essa caminhada, quero neste documento deixar escrito aos que vão ler. Ao Professor Thiago, quem me deu a primeira oportunidade na área de Aquicultura. Ao Guilherme Wolff Bueno, quem foi um instrumento de Deus para eu viver na vida profissional os planos do Senhor. À Tavani, pela coorientação, mas principalmente por toda confiança, hoje construindo juntos uma sociedade. Ao Danilo, ou melhor, “Tio Danilo”, pela grande amizade. Aos Dr(a)s Juliana Galvão, Carlos Gaona, Fernanda David, Flávia T. Matos e Ana Sanches por todo apoio científico. Espírito Santo, peço que você abençoe muito a cada um deles (Gn 12:3a).

## RESUMO GERAL

O presente estudo elaborou protocolos e processos para identificar as principais características do meio geográfico, relacionadas a fatores naturais e humanos, que influenciam nos atributos de qualidade e composição nutricional da tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida em sistema de tanques-rede no reservatório neotropical da usina hidrelétrica de Chavantes, São Paulo. No Capítulo 01, apresentamos uma revisão bibliográfica sobre esta temática. Em seguida, no Capítulo 02, é demonstrada a criação de um protocolo que permite aos produtores identificarem as propriedades únicas do seu peixe, do seu ambiente e verificar se o seu produto é elegível para uma aplicação de Indicação Geográfica (IG) no conceito de Denominação de Origem (D.O.). No Capítulo 03 realizamos uma extensa análise de dados da literatura e coleta *in loco* de informações necessárias para estruturar dois protocolos técnico-científicos e um caderno de especificações técnicas baseados na regulamentação proposta pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para depósito do pedido de Denominação de Origem intitulada “Filé de tilápia Chavantes”, como premissas para certificar o *terroir* do filé fresco da tilápia criada na região de Chavantes, São Paulo. O Protocolo 01, descreve os processos de produção como manejo, coleta, transporte e pré-abate dos animais. Neste, foram apresentadas as etapas distintas que envolvem desde o recebimento dos alevinos de pisciculturas especializadas, até a aclimatação e seleção dos peixes em lotes uniformes, seguindo para o manejo diário e realização de biometrias e vacinação em períodos específicos. Esse manejo permitirá o desenvolvimento mais homogêneo e controlado dos animais, assegurando um padrão de produto ao mercado atacadista de destino. O Protocolo 02, refere-se às análises de composição metabólica da tilápia. Também são apresentados estudos relacionados a capacidade de suporte ambiental do ambiente aquático, qualidade da água, qualidade da ração e desempenho zootécnico desta espécie. Esses fatores irão influenciar na qualidade do filé, além de estimar a produção de resíduos no ambiente aquático provenientes da atividade aquícola. O caderno de especificação técnica possui os requisitos mínimos que devem constar no dossiê como nome geográfico, descrição do produto, delimitação da área geográfica, descrição das qualidades do produto, descrição do mecanismo de controle sobre os produtos e comprovação da influência do meio geográfico. Todo material científico elaborado no presente estudo auxiliará os produtores a obterem a D.O. “Filé de tilápia Chavantes”. Este trabalho terá um impacto significativo na cadeia produtiva, permitindo aos produtores utilizarem a metodologia desenvolvida e aplicar estes protocolos com bioprocessos para certificação de pescado pelo INPI. Este evento proporcionará mais valor e diferenciação ao pescado oriundo da aquicultura, tornando as pisciculturas mais competitivas e fortalecendo este segmento do agronegócio.

**Palavras-chave:** aquicultura; denominação de origem geográfica; produto certificado; *Oreochromis niloticus*; indicação geográfica.

## ABSTRACT

The present study developed protocols and processes to identify the main characteristics of the geographic environment, related to natural and human factors, that influence the quality attributes and nutritional composition of tilapia (*Oreochromis niloticus*) produced in a net tank system in the neotropical reservoir of the Chavantes hydroelectric plant, São Paulo. In Chapter 01, we present a bibliographical review on this topic. Then, in Chapter 02, a protocol is created that allows producers to identify the unique properties of their fish and its environment and check whether their product is eligible for a Geographical Indication (GI) application under the concept of Denomination of Origin (D.O.). In Chapter 03, we carried out an extensive analysis of literature data and on-site collection of information necessary to structure two technical-scientific protocols and a technical specification book based on the regulations proposed by the National Institute of Industrial Property (INPI) for filing the application for Denomination of Origin entitled “Chavantes tilapia fillet,” as premises to certify the terroir of the fresh tilapia fillet raised in the Chavantes region, São Paulo. Protocol 01 describes production processes such as handling, collection, transportation, and pre-slaughter of animals. This protocol presented the different stages, ranging from receiving fry from specialized fish farms to acclimatization and selection of fish in uniform batches, followed by daily management and carrying out biometrics and vaccination at specific periods. This management will allow for a more homogeneous and controlled development of the animals, ensuring a product standard for the destination wholesale market. Protocol 02 refers to the analysis of the metabolic composition of tilapia. Studies related to the environmental support capacity of the aquatic environment, water quality, feed quality, and zootechnical performance of this species are also presented. These factors will influence the fillet's quality and estimate the production of waste from aquaculture activities in the aquatic environment. The technical specification booklet contains the minimum requirements that must be included in the dossier, such as geographic name, product description, delimitation of the geographic area, description of the product's qualities, description of the control mechanism over the products, and proof of the influence of the geographic environment. All scientific material prepared in this study will help producers obtain the D.O. “Chavantes tilapia fillet.” This work will significantly impact the production chain, allowing producers to use the methodology developed and apply these protocols with bioprocesses for fish certification by INPI. This event will provide more value and differentiation to fish from aquaculture, making fish farms more competitive and strengthening this agribusiness segment.

**Keywords:** aquaculture; denomination of origin; certified product; *Oreochromis niloticus*; geographical indication.

## INTRODUÇÃO GERAL

A demanda de alimentos saudáveis aumentou a procura global por peixes nas últimas décadas (FAO, 2022). Em 2020, a produção mundial total da aquicultura foi de 123 milhões de toneladas, incluindo plantas aquáticas (FAO, 2022). Além de fornecer proteínas de alta qualidade, a aquicultura é uma fonte de renda na cadeia de produção de alimentos, gerando benefícios para as economias regionais e globais (ROSS et al., 2011). No Brasil, os recursos hídricos disponíveis e o clima favorável consolidaram a atividade, resultando em crescimento constante na produção (VALENTI et al., 2021). De acordo com um levantamento realizado pela Associação Brasileira da Piscicultura, em 2022, a piscicultura brasileira produziu 860.355 toneladas de peixe, 2,3% a mais que o ano anterior (PEIXE BR, 2023). Nesse cenário, a tilápia representou 63,93% de toda a piscicultura brasileira, com uma produção de 550.060 toneladas, consolidando o Brasil na 4ª posição entre os maiores produtores de tilápia do mundo (PEIXE BR, 2023).

Apesar do significativo crescimento da aquicultura, o controle de qualidade do produto é um dos fatores limitantes para a expansão da piscicultura no Brasil (GALVÃO; OETTERER, 2014), devido o peixe ser um produto altamente perecível (SHUMILINA et al., 2016). A indústria alimentícia tem uma demanda crescente por atributos de segurança, responsabilidade social e sustentabilidade (MACIEL et al., 2013). Nesse contexto, a segurança alimentar e o controle de qualidade do pescado são uma preocupação crescente (CHENG et al., 2015; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ et al., 2020). A qualidade do peixe pode deteriorar-se devido a vários processos físicos, bioquímicos e microbiológicos que ocorrem durante o abate, processamento e armazenamento (HASSOUN; KAROUI, 2017; SHUMILINA et al., 2016, 2018; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ et al., 2018, 2020). Portanto, com a demanda dos consumidores e decretos governamentais por maior qualidade, os produtores precisam se preocupar com questões de gerenciamento, qualidade e segurança para uma produção mais sustentável (SEGNER et al., 2019; TONI et al., 2019).

Certificação, indicação geográfica e rastreabilidade dos processos de produção são ferramentas formais que garantem a segurança do consumidor e fornecem produtos com atributos de qualidade (MACIEL et al., 2013; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ et al., 2020). No entanto, observa-se que ainda hoje há a necessidade de buscar metodologias padronizadas que possam distinguir diferentes espécies, origens geográficas e métodos

de produção (MORETTI et al., 2003; MACIEL et al., 2013; SHUMILINA et al., 2018). A origem do peixe é um fator diferencial no *marketing*, e identificar a fonte pode agregar valor ao produto e aumentar a confiança do consumidor (LARSEN, 2003). Assim como muitos queijos, vinhos e óleos, sistemas de identificação e rastreamento de produtos são implementados em todo o mundo devido à expansão do comércio global (LARSEN, 2003; GALVÃO & OETTERER, 2014; WIPO, 2020). Na Espanha, por exemplo, o país de origem foi o fator mais importante na escolha do peixe marinho (CLARET et al., 2012). Portanto, produtos de maior qualidade com alguma certificação podem aumentar seu preço final para alcançar uma maior competitividade em mercados mais exigentes.

Este trabalho tem aplicações diretas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU):

ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável: Propõe garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes. Isso inclui aumentar a produtividade e a produção de forma sustentável, fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas e melhorar progressivamente a qualidade da terra e do solo, mantendo os ecossistemas em equilíbrio. Incluem também o desenvolvimento e adoção de métodos, técnicas e processos que auxiliem estes sistemas de produção de alimentos e auxiliam a segurança alimentar das cadeias alimentares, dentre estes processos incluem os processos de certificação e criação de selos especializados que agregam valor ao produto;

ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: Visa promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos. Neste estudo específico, contribuimos com a meta de atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado para o agronegócio, que incluem as fazendas de produção de pescado.

ODS 14 - Vida na Água: Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Os oceanos tornam a vida humana possível por meio da provisão de segurança alimentar, transporte, fornecimento de energia, turismo, dentre outros. Assim, entende-se que este processo

apresentado é um modelo e premissa para sistemas de produção aquícola que podem ser expandidos para a aquicultura marinha.

Portanto, a tese foi estruturada em 3 seções diferentes. A primeira é uma revisão das Indicações Geográficas e Certificações na aquicultura. Foi escrita na forma de um artigo de revisão e será submetida ao periódico *Aquaculture Review*. A segunda é um artigo de pesquisa sobre biotecnologia aplicada aos processos de certificação de qualidade do peixe *O. niloticus* criado em tanques-rede no reservatório de Chavantes. Foi escrito na forma de um artigo científico que será submetido ao periódico *Food Quality and Preference Journal*. A terceira seção é o relatório que foi desenvolvido para solicitar a D.O. para o filé de tilápia do reservatório de Chavantes. Este foi escrito em português e na forma de um manual conforme os requisitos do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

## **OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protocolo inovador para identificar os principais bioprocessos e atributos de qualidade e composição nutricional da tilápia (*Oreochromis niloticus*), para obter a Denominação de Origem (D.O.) do filé fresco, produzido em tanques-rede no reservatório neotropical de Chavantes, São Paulo, Brasil.

## REFERÊNCIAS

CHENG, J. H.; SUN, D. W.; ZENG, X. A.; LIU, D. Recent Advances in Methods and Techniques for Freshness Quality Determination and Evaluation of Fish and Fish Fillets: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, [s. l.], v. 55, n. 7, 2015.

CLARET, A.; GUERRERO, L.; AGUIRRE, E.; RINCÓN, L.; HERNÁNDEZ, M. D.; MARTÍNEZ, I.; BENITO PELETEIRO, J.; GRAU, A.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, C. Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. *Food Quality and Preference*, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 259–266, 2012.

FAO. SOFIA 2022—State of Fisheries and Aquaculture in the World 2020. [S. l.: s. n.], 2022.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. *Qualidade e processamento de pescado*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 2014.

GARCIA, F.; ROMERA, D. M.; GOZI, K. S.; ONAKA, E. M.; FONSECA, F. S.; SCHALCH, S. H. C.; CANDEIRA, P. G.; GUERRA, L. O. M.; CARMO, F. J.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*, [s. l.], v. 410–411, p. 51–56, 2013. Disponível em: Acesso em: 28 maio 2023.

HASSOUN, A.; KAROUI, R. Quality evaluation of fish and other seafood by traditional and nondestructive instrumental methods: Advantages and limitations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, [s. l.], v. 57, n. 9, 2017.

LARSEN, E. Traceability in fish processing. In Lees, M. (ed.) *Food authenticity and traceability*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, p. 507-517, 2003.

MACIEL, E. da S.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; VASCONCELOS, J. S.; SONATI, J. G.; GALVÃO, J. A.; DE LIMA, L. K. F.; OETTERER, M. Relationship between the price of fish and its quality attributes: A study within a community at the University of São Paulo, Brazil. *Food Science and Technology*, [s. l.], v. 33, n. 3, 2013.

MORETTI, V. M.; TURCHINI, G. M.; BELLAGAMBA, F.; CAPRINO, F. Traceability Issues in Fishery and Aquaculture Products. *Veterinary Research Communications*, [s. l.], v. 27, p. 497–505, 2003.

PEIXE BR. ANUÁRIO 2023 Peixe BR da Piscicultura. [S. l.: s. n.], 2023.

ROSS, L. G.; FALCONER, L. L.; CAMPOS MENDOZA, A.; MARTINEZ PALACIOS, C. A. Spatial modelling for freshwater cage location in the Presa Adolfo Mateos Lopez (El Infiernillo), Michoacán, México. *Aquaculture Research*, [s. l.], v. 42, n. 6, 2011.

SEGNER, H.; REISER, S.; RUANE, N.; RÖSCH, R.; STEINHAGEN, D.; VEHANEN, T. Welfare of fishes in aquaculture. [S. l.: s. n.] 2019.v. C1189.

SHUMILINA, E.; SLIZYTE, R.; MOZURAITYTE, R.; DIKIY, A. Monitoring of quality changes in salmon and salmon rest raw materials by NMR. Em: MODERN MAGNETIC RESONANCE. [S. l.: s. n.], 2018.

SHUMILINA, E.; SLIZYTE, R.; MOZURAITYTE, R.; DYKYY, A.; STEIN, T. A.; DIKIY, A. Quality changes of salmon by-products during storage: Assessment and quantification by NMR. *Food Chemistry*, [s. l.], v. 211, p. 803–811, 2016. Disponível em: Acesso em: 28 maio 2023.

TONI, M.; MANCIOCCO, A.; ANGIULLI, E.; ALLEVA, E.; CIONI, C.; MALAVASI, S. Review: Assessing fish welfare in research and aquaculture, with a focus on European directives. *Animal*, [s. l.], v. 13, n. 1, 2019.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, D.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Contamination sources, biofilm-forming ability and biocide resistance of *Staphylococcus aureus* in tilapia-processing facilities. *Food Science and Technology International*, [s. l.], v. 24, n. 3, 2018.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, D.; GARCÍA, E. E. S.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, [s. l.], v. 29, n. 3, 2020.

VINCE, J.; HAWARD, M. Hybrid governance of aquaculture: Opportunities and challenges. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 201, p. 138–144, 2017.

WIPO. Geographical Indications An Introduction. 2020. Disponível em: [https://www.wipo.int/geo\\_indications/en/](https://www.wipo.int/geo_indications/en/).

# CAPÍTULO I

## REVIEW MANUSCRIPT: The path of certification schemes in aquaculture: a review of Geographic Indication

Naor Silveira Fialho<sup>1</sup>; Tavani Rocha Camargo<sup>1</sup>; Guilherme Wolff Bueno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>São Paulo State University - UNESP, Aquaculture Center - CAUNESP, Campus Jaboticabal, Brazil.

<sup>2</sup>UNESP, Faculty of Agricultural Sciences of Vale do Ribeira, Department of Fisheries Resources and Aquaculture, Registro Campus, SP, Brazil. Zip code: 11900-000.

### ABSTRACT

The food industry has a growing demand for safety, social responsibility, and sustainability attributes. With consumer demand and government decrees for higher-quality products, farmers must be concerned with management, quality, and safety issues for more sustainable production. Certification, geographical indication (GI), and traceability of production processes are formal systems that guarantee consumer safety and provide products with quality attributes. It is essential to highlight that there are limitations in attributing that a certified product is sustainable once each certification program has a scope in what they certify the product. GI in the fisheries and aquaculture sectors is less subject to socioeconomic research and presents a higher challenge in identifying the association between the unique quality or characteristic and the specific geographical area in these sectors. However, certification schemes and GIs can assist aquaculture in developing sustainably, providing food trust to consumers, allowing producers to improve their production qualities and income. Besides the limitations, certification schemes and GIs must work with a broader global governance regime. They are valuable tools for the future development of aquaculture.

**Keywords:** appellation of origin, Brazil, certification, ESG, geographical indication.

## 1. Introduction

Healthy food requirements have increased the global demand for fish in recent decades (FAO, 2019). The food industry has a growing demand for safety, social responsibility, and sustainability attributes (MACIEL, E. da S. *et al.*, 2013). Food safety and quality control of fish is an increasing concern (CHENG *et al.*, 2015; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020b). Product quality control is one of the limiting factors for expanding fish farming in Brazil (GALVÃO; OETTERER, 2014). Also, the quality of fish can deteriorate due to various physical, biochemical, and microbiological processes that occur during slaughter, processing, and storage (HASSOUN; KAROUI, 2017; SHUMILINA *et al.*, 2016, 2018; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2018, 2020b). In this context, with consumers' demand and government decrees for higher-quality products, farmers must be concerned with management, quality, and safety issues for more sustainable production (SEGNER *et al.*, 2019; TONI *et al.*, 2019).

Certification, geographical indication, and traceability of production processes are tools that guarantee consumer safety and provide products with quality attributes (MACIEL *et al.*, 2013; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020). Fish origin is an essential factor in marketing, and identifying the source can add value to the product and increase consumer confidence (LARSEN, 2003). Like many cheeses, wines, and oils, product identification and tracking systems are implemented worldwide due to the expansion of global trade (LARSEN, 2003; GALVÃO & OETTERER, 2014; WIPO, 2020). In Spain, for example, the country of origin was the most important factor in choosing sea fish (CLARET *et al.*, 2012). Thus, higher quality products with some certification can increase fish's final price to achieve greater competitiveness in more demanding markets.

## 2. Certification in aquaculture

Aquaculture certification is a process by which a third-party organization assesses and verifies that a fish, shrimp, or shellfish farm meets specific sustainability standards. Certifications encompass several vital elements, including (i) the establishment of ecological and social standards, (ii) the implementation of traceability and auditing measures, (iii) the labeling of products that meet the established standards, and (iv) the involvement of institutions, often private organizations, responsible for fulfilling these

functions (BUSH *et al.*, 2013). One of the main reasons for developing certification programs is the substantial civil society resistance that poses challenges to self-regulated market operations (CID AGUAYO; BARRIGA, 2016). Sustainability certifications are commonly characterized as market-oriented systems that aim to enhance consumer trust and grant legitimacy to producers (CID AGUAYO; BARRIGA, 2016). Consequently, markets must use multiple institutional embedding processes to regulate their operations effectively.

The aquaculture industry has faced criticism for its environmental impact, particularly concerning water pollution, habitat destruction, disease outbreaks, and antibiotics and other chemicals use (CID AGUAYO; BARRIGA, 2016). In response to these concerns, organizations began to develop standards and certifications for sustainable aquaculture practices, focusing on minimizing the industry's environmental impact and promoting social responsibility. These standards can cover environmental, social, governance, animal welfare, quality control and other issues, including water and habitat management, feed sourcing, and social and labor conditions. Environmental, Social and Governance (ESG) criteria evaluate companies and investments based on environmental impact, social responsibility, and corporate governance practices (LI *et al.*, 2021). In recent years, ESG has become an increasingly important consideration for investors, and the aquaculture industry has not been immune to this trend (RAMACHANDRAN; ADAM, 2019).

One of the first organizations to establish a certification program for sustainable aquaculture was the Aquaculture Stewardship Council (ASC). This independent, non-profit organization was founded in 2010 by the World Wildlife Fund (WWF) and the Dutch Sustainable Trade Initiative (IDH). The ASC's certification program is based on a set of environmental and social criteria, including requirements for water quality, animal welfare, and community engagement. There are 13 farm standards that cover 49 species in 17 groups, including bivalves (clams, mussels, oyster, scallop), freshwater trout, salmon, tilapia, shrimp, pangasius and even seaweed. As of 2021, 1,648 farm sites were ASC certified, and 90 countries carried ASC certified productions (AQUACULTURE STEWARDSHIP COUNCIL (ASC), 2022).

Other organization that has developed sustainability certification programs for aquaculture include the Global Aquaculture Alliance (GAA), which established its Best Aquaculture Practices (BAP) certification program in 2002 (GLOBAL AQUACULTURE

ADVOCATE, 2017). GAA is a non-profit organization that was founded in 1997. The GAA's Best Aquaculture Practices (BAP) certification program covers a range of species and aquaculture systems and assesses farms on environmental, social, animal welfare, food safety, and traceability criteria. As of 2023, over 2,300 farms in 39 countries are BAP certified. Also, more than 330 hatcheries, 150 feed mills, and 490 processing plants are BAP certified (BAP CERTIFICATION, 2023).

Fair Trade USA™ is a nonprofit organization founded in 1998. It is a third-party certifier of fair trade products in North America. The certification program focuses on improve livelihoods, protect the environment, and build resilient, transparent supply chains. In 2015, Fair Trade USA launched Fair Trade Certified seafood into the North American market to bring the benefits of fair trade to small scale fishermen and their communities. There are 400 certified seafood organizations (FAIR TRADE CERTIFIED, 2023).

GLOBALG.A.P. is a brand of smart farm assurance solutions built on a portfolio of standards for safe and responsible production processes in agriculture, aquaculture, and floriculture. It is applied by almost 200,000 producers in more than 135 countries. It started in 1997 as EuroGAP. With non-governmental organization (NGO) support, salmon is the first aquatic species to be added to the EurepGAP standards portfolio, with the aquaculture standard launched at the Amsterdam conference in 2004. The certification focus on food safety, environmental sustainability, workers' well-being, animal welfare, supply chain traceability, and capacity building (GLOBALGAP, 2023)

Other organizations, such as Friend of the Sea (FOS) and Naturland, have also developed certification programs that address environmental and social issues in aquaculture. FOS was founded in 2008 and is currently a project of the World Sustainability Organization, an international organization combining two consumer friendly logos (FOS and Friend of the Earth) whose mission is to promote environmental conservation. The FOS certification program covers a range of species and aquaculture systems and assesses farms on environmental and social criteria. As of 2020, over 1,000 companies from farm and wild sources in 72 countries were FOS certified (WSO, 2020). Naturland is a certification program for organic that was founded in Germany in 1982. In 1996, Naturland created the "Naturland Standards for Organic Aquaculture." The Naturland certification program covers a range of species. In addition to the standards for organic aquaculture, additional species- and system-specific farming requirements apply

to each species. As of 2023, Naturland certification was in over 20 countries (NATURLAND, 2022; NATURLAND, 2023).

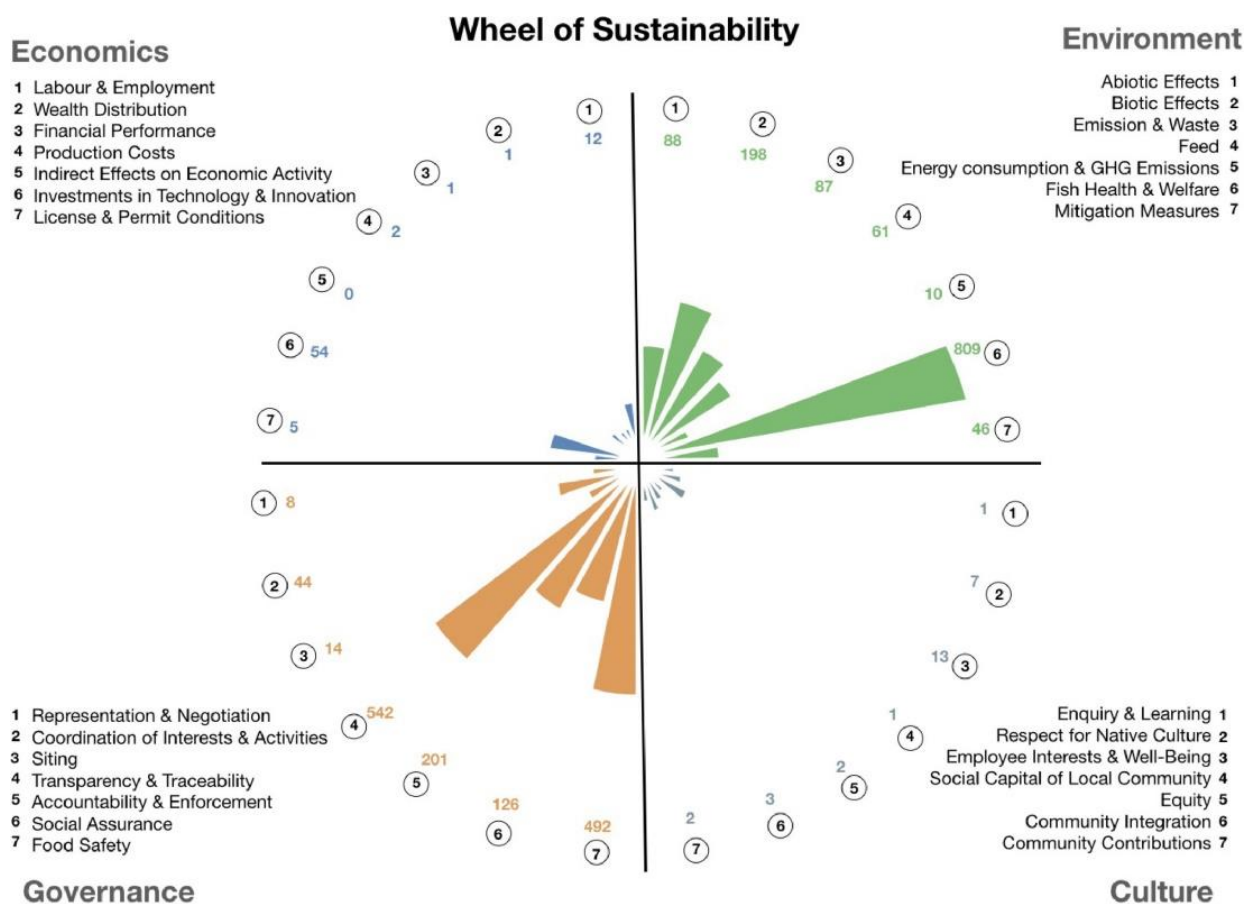
The number of farms that are certified and certified labeled products available in the market presents a continuous growth (AQUACULTURE STEWARDSHIP COUNCIL (ASC), 2022; BAP CERTIFICATION, 2023; GLOBAL AQUACULTURE ADVOCATE, 2017; NATURLAND, 2022; WSO, 2020). Although, it is essential to highlight that despite the market tendency to increase the consumption of certified products, there are limitations to certification programs discussed by experts (BUSH et al., 2013; CID AGUAYO; BARRIGA, 2016; OSMUNDSEN et al., 2020; VINCE; HAWARD, 2017). In their study, OSMUNDSEN et al. (2020) examined eight prominent certification schemes utilized in aquaculture (Table 1). They revealed that these schemes prioritize addressing the environmental impact, with limited attention given to other dimensions of sustainability (Figure 1).

**Table 1** Chosen certification schemes and standards

Certification scheme	Standard	Version*	Intent/ambition
Aquaculture Stewardship Council (ASC)	Salmon	v1.0	Minimize or eliminate the key negative environmental and social impacts of salmon
GLOBALG.A.P.	Aquaculture/GRASP	v5.0/v1.3	Economically, ecologically, socially and culturally responsible agriculture (and aquaculture)
Friend of the Sea (FOS)	Marine Aquaculture	v1.1	Conserve the marine environment while ensuring sustainable fish stocks for generations to come
International Featured Standards (IFS)	Food	v6.0	Quality assurance and food safety
BRC Global Standards (BRC)	Food Safety	v7.0	Food safety, quality and operational criteria in food manufacturing
Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA)	Farmed Atlantic Salmon	09/2015	Animal welfare, sustainability, traceability, biosecurity

Global Aquaculture Alliance (GAA)	BAP Salmon	v2.3	Food safety, social welfare, environmental, animal health and welfare
Scottish Salmon Producers' Organisation (SSPO)	Code of Good Practice – Seawater Lochs	02/2015	Balance between industry activities and regulatory detail or bureaucracy, assurance of quality, high minimum standard and continuous improvement

\*Version number and/or date corresponds with the name given the version by the certification schemes and refers to the most current version available for coding at the time of writing. Source: OSMUNDSEN et al., (2020)



**Figure 1.** Distribution of indicators across the subdomains of the Wheel of Sustainability. Coloured numbers denote the total indicators per subdomain. Source: OSMUNDSEN et al., (2020)

VINCE & HAWARD (2017) point out the challenges for certification programs related to the social aspects. They demonstrate the impact on the local community from

an aquaculture farm and highlight the relevant community participation in what is called as “social license to operate” (SLO). The SLO represents an intangible and unwritten social agreement that transpires between industries and social groups, remaining impermanent in nature (GUNNINGHAM *et al.*, 2004; PARSONS & MOFFAT, 2014). They conclude that certification schemes require the consent from the community due to its ability to accept or reject this market driven initiative. Similarly, Bush *et al.* (2013) show that certification in aquaculture adopts an enterprise-level approach, whereby individual production units such as farms or value chains are certified. They state that this approach often fails to effectively account for the cumulative impacts of multiple farms in a specific area or the broader implications of aquaculture on surrounding agriculture or the conservation of mangroves. Although these are relevant limitations, it is crucial to acknowledge that certification is just one component within a broader global governance regime (OSMUNDSEN *et al.*, 2020). The significance of third-party certification organizations and schemes should not be underestimated as valuable tools for the future development of aquaculture (VINCE; HAWARD, 2017). It should not be attributed to certification programs the entire responsibility for sustainable aquaculture production. These initiatives were developed to meet a social/market demand not fulfilled by the other existing regulation forms.

### **3. Geographical Indication in Aquaculture**

Geographical Indications (GI) represent a system designed to identify and protect the quality of products associated with specific geographical origins (GIRARD, 2022). The GI system originated from the French agricultural policies on appellations of origin, established several decades ago. The European Union (EU) embraced this concept in the early 1990s and introduced the first regulation (EEC) No 2081/92 to govern GIs (SYLVANDER *et al.*, 2007). GI is a right protection related to industrial property. Products or services may require identifying that they originate from a particular region because they have reputation, qualities, or characteristics intrinsic to the origin. The GI is considered a symbol of intellectual property, as it is based on the quality or features of a good, especially an artisanal or agro-industrial product, that are closely related to geographical attributes (climate, soil, and cultivation methods) and/or knowledge (know-how) (FERNANDES *et al.*, 2014).

The GI is generally divided into two concepts, but the names differ in some countries and regulations. In the present work, the two concepts, Indication of Source (IS) and Denomination of Origin (DO), are described as defined in the articles 177 and 178 of the Brazilian Industrial Property Law (IPL) Law No. 9,279, of May 14, 1996, to avoid misconception (BRASIL, 1996). The definition for IS is the geographical name of a country, city, region, or locality known as a center of extraction, production, or manufacture of a specific product or provision of a certain service. The definition for DO is the geographic name of a country, city, region, or locality that designates a product or service whose qualities or characteristics are due exclusively or essentially to the geographic environment, including natural and human factors. *Appellations of origin* is the term used in the Paris Convention and defined in the Lisbon Agreement with the exact definition of DO (WIPO, 2021). The term “appellation of origin” frequently appears in laws establishing a distinct right and protection system for geographical indications in so-called sui generis protection systems (WIPO, 2021). GI is a broader concept that does not prescribe a particular specie of protection. In some cases, as in the EU, it is also used to determine IS (EEC, 2006).

The requirements to achieve a GI vary by country but generally involve demonstrating that the product has a unique quality, reputation, or other characteristic linked to its geographical origin and meeting specific production criteria. The product must also be produced, processed, or prepared within the geographical area defined in the application. The application process is typically managed by a consortium or association of producers, who must provide evidence of the product’s distinctive characteristics and how they are linked to the geographical area (EEC, 2012; INPI, 2022; LAW; JULY, 1946; Trademark Act. 2015). The EU has a robust system of GI, protected under the EU Regulation on the Protection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs (EEC, 2012). The United States has a system of GI that is primarily focused on agricultural products, such as wine, cheese, and meat. The US Patent and Trademark Office (USPTO) is the authority responsible for the registration of all trademarks (LAW; JULY, 1946). Japan has a system of GI that covers a wide range of products, including sake, seafood, and traditional crafts. The Japan Patent Office is the administration in charge of registration (Trademark Act. 2015). In Brazil, The National Institute of Industrial Property (INPI) manages the application process, which reviews the application and conducts an examination to determine whether the product meets the requirements for a GI (INPI, 2022). Brazil started granting Geographical Indications in

1997, regulated by Law no. 9,279/96 of the National Institute of Intellectual Property (INPI), the first concession being in 1999. Then there was the publication of Ordinance INPI nº 4, of January 12, 2022, which establishes the conditions for the registration of GI, dispose about the reception and processing of requests and petitions, and about the GI Manual (INPI, 2022). On January 12, 2023, the 2<sup>nd</sup> revision of the GI Manual was published (INPI, 2023). The purpose of the Manual is to consolidate guidelines and procedures for examining GI, instruct for formulating requests for registration, and monitor processes at the INPI.

The use of GI in aquaculture has a relatively short history compared to other agricultural products. The use of GI in aquaculture began to gain attention in the early 2000s, particularly in Europe, where there was growing interest in promoting locally produced seafood products. In 2002, the EU introduced a new regulation establishing a framework for protecting GI for agricultural products and foodstuffs, including aquaculture products. Under this regulation, a product can be registered as a GI if it meets certain criteria, such as having a specific reputation or other characteristics linked to its origin (GIRARD, 2022; SYLVANDER *et al.*, 2007). Since then, over 220 other GI designations have been established for aquaculture products worldwide (ORIGIN, 2023). It is currently mainly focused on bivalve mollusks and freshwater fish for DO while dominated by processed seafood for IS (ORIGIN, 2023).

One of the first GI seafood products registered is the “Whitstable Oysters” (EEC, 1997). It is an IS for two oysters: the native Whitstable oyster *Ostrea edulis* and the cultivated Whitstable oyster *Crassostrea Gigas*. The oyster beds in the vicinity of Whitstable, England, United Kingdom, and have been produced in the area since Roman times. The site is renowned for the oyster’s meat quality which is fat and succulent (UK, 2021). The first DO seafood product register comes from Greece, “Messolongi Botargo” (EEC, 1996). The *Mugil cephalus* species’ whole roes are salted and encased in natural wax. The roes of sea lake mullet are caught in the fish hatcheries of the enclosed sea lake areas of Messolongi-Etolikos, Kleisova, and Bouka, lying between the estuaries of the Aheloos and Evinos rivers, and are processed locally. The production of this product has a long history in the area, with traveler references going back as far as 1668 (EC, 1996). The world regions of Africa, North America, and Oceania doesn’t have any aquaculture GI registered in the Organization for an International Geographical Indications Network (ORIGIN) to this day (ORIGIN, 2023). There is only one GI from Central America in El Salvador, called “Camarón Bahía de Jiquilisco” for shrimp.

However, there isn't available information about it, except that it is protected under an agreement between the EU and Central America (ORIGIN, 2023). Asia is the continent with more GI registered globally, with 151 out of 220. One of the few DO registers from Asia comes from Vietnam, "Phú Quốc." Phú Quốc fish sauce is only made on Phú Quốc island. It is made exclusively from anchovies caught in the waters surrounding the Phú Quốc archipelago. The fish is fermented at high temperatures. The sauce has a dark reddish-brown color and a delicate, unique smell that is not fishy since fresh fish is used and then fermented naturally. Its initial taste is salty with a sweet aftertaste. South America has 7 GI registered. Brazil has 2 DO, "Costa Negra" (INPI, 2010) and "Mamirauá" (INPI, 2021). The Mamirauá pirarucu has a higher concentration of omega three due to its varied diet (fish, mollusks, crustaceans, and macrophytes) and because it is found in the Mamirauá area, which is a floodplain region with flooding and extension throughout the Amazon. The pirarucu has a more intense reddish color due to the consumption of mollusks from that locality. As for sensory aspects, pirarucu meat is very tasty, soft, and slightly sweet; it has a pleasant aroma, smooth, and its texture is pleasing, juicy, firm, and resistant. The DO "Costa Negra", located in Ceará, have an intrinsic connection of marine shrimp with the region, which has characteristic soil and water that favor the presence of specific microorganisms that serve as food for this animal. This natural feeding and human action, through appropriate management techniques, gives the shrimp differentiated characteristics such as high protein content and sweet taste.

GI concept is gaining momentum as consumers and producers increasingly value local and sustainable seafood products. GI labeling can help support local economies and protect the reputation of high-quality products (CARLS, 2020). GI certification offers a competitive advantage and enhances the value of a product and the region it originates from. Given Brazil's status as a significant exporter of agricultural products, the country possesses considerable potential for leveraging this type of protection. Brazil's cultural diversity, unique ecosystems, and distinctive gastronomy further contribute to the viability of implementing GI certification in the region (RAMOS *et al.*, 2012).

Despite the GI benefits for producers, VIANNA & PANDOLFO (2021) state that producer representative entities have been presenting management difficulties, emphasizing the problem of composing the management group and inspecting the book of norms, the lack of professionals trained in management, and the lack of support from the institutions that encouraged the implementation of GIs after certification. Compared to the agro-food sector, GI in the fisheries and aquaculture sectors have been less subject

to socioeconomic research. Also, identifying the association between the unique quality or characteristic and the specific geographical area can be more challenging in these sectors (GIRARD, 2022). These facts indicate barriers to increasing fisheries and aquaculture products registered for GI. However, interest in GI protection for the seafood sector has been growing over time and has followed successive revisions of the EU regulation. The trend of integrating fisheries and aquaculture products into quality schemes is likely to persist, particularly with their inclusion in the current Common Fisheries Policy market measures (GIRARD, 2022).

## 4. Conclusion

Certification schemes and geographical indications help in the development of sustainable aquaculture, the provision of food safety to consumers, and the improvement of producers' income and production qualities. Despite the challenges and possible weaknesses of the certification and geographical indication processes, they are continuously developing. They are to work associated with a broader global governance regime to achieve sustainable aquaculture. They are valuable tools for the future development of aquaculture.

## 5. Reference

AQUACULTURE STEWARDSHIP COUNCIL (ASC). **Annual Report 2021: Transforming Aquaculture**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://asc-aqua.org/wp-content/uploads/2023/02/027-ASC-Annual-Report-2021-SPREADS.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

BRANDE, M. da R.; SANTOS, D. F. L.; FIALHO, N. S.; PROENÇA, D. C.; OJEDA, P. G.; GODÓI, F. C. M.; ROUBACH, R.; BUENO, G. W. Economic and financial risks of commercial tilapia cage culture in a neotropical reservoir. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. e16336, 2023.

BUSH, S. R.; BELTON, B.; HALL, D.; VANDERGEEST, P.; MURRAY, F. J.; PONTE, S.; OOSTERVEER, P.; ISLAM, M. S.; MOL, A. P. J.; HATANAKA, M.; KRUIJSSEN, F.; HA, T. T. T.; LITTLE, D. C.; KUSUMAWATI, R. **Certify sustainable aquaculture?**. [S. l.]: American Association for the Advancement of Science, 2013.

CARLS, S. Brazilian GIs Landscape: From the TRIPS Commitments to the Real World, What Was Achieved, What Is Yet to be Faced?. **GRUR International**, [s. l.], v. 69, n. 9, p. 902–917, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/grurint/ikaa103>.

CHENG, J. H.; SUN, D. W.; ZENG, X. A.; LIU, D. Recent Advances in Methods and Techniques for Freshness Quality Determination and Evaluation of Fish and Fish Fillets: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 55, n. 7, 2015.

CID AGUAYO, B. E.; BARRIGA, J. Behind certification and regulatory processes: Contributions to a political history of the Chilean salmon farming. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 39, p. 81–90, 2016.

CLARET, A.; GUERRERO, L.; AGUIRRE, E.; RINCÓN, L.; HERNÁNDEZ, M. D.; MARTÍNEZ, I.; BENITO PELETEIRO, J.; GRAU, A.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, C. Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 259–266, 2012.

EEC. REGULATION (EU) No 1151/2012 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 November 2012 on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. **Official Journal of European Union**, [s. l.], v. 343, 2012.

FAO. **F A N**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: [www.fao.org/fishery/regional-aquaculture-FAO](http://www.fao.org/fishery/regional-aquaculture-FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. [S. l.]: FAO, 2022. 2022.

FERNANDES, L. R.; DRUZIAN, J.; NUNES, G.; LIMA, M. S.; PEREIRA, J. P.; UETANABARO, A. P. Indicação Geográfica. *Em*: CAPACITE: OS CAMINHOS PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. [S. l.]: Editora UFS, 2014. p. 95–114.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 2014.

GIRARD, S. Can Geographical Indications promote sustainable shellfish farming? The example of Bay of Mont-Saint-Michel mussels. **Marine Policy**, [s. l.], v. 135, 2022.

GLOBAL AQUACULTURE ADVOCATE. **20 years of the Global Aquaculture Alliance**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/gaa-bap-timeline/?headlessPrint=AAAAPIA9c8r7gs82oWZBA>. .

HASSOUN, A.; KAROUI, R. Quality evaluation of fish and other seafood by traditional and nondestructive instrumental methods: Advantages and limitations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 57, n. 9, 2017.

LAW, P.; JULY, A. Trademark Act of 1946 , as Amended. **Public Law**, [s. l.], v. 1, n. C, 1946.

LI, T. T.; WANG, K.; SUEYOSHI, T.; WANG, D. D. **Esg: Research progress and future prospects**. [S. l.]: MDPI, 2021.

MACIEL, E. da S.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; VASCONCELOS, J. S.; SONATI, J. G.; GALVÃO, J. A.; DE LIMA, L. K. F.; OETTERER, M. Relationship between the price of fish and its quality attributes: A study within a community at the University of São Paulo, Brazil. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 33, n. 3, 2013.

MACIEL, E. D. S.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; VASCONCELOS, J. S.; SONATI, J. G.; GALVÃO, J. A.; LIMA, L. K. F. De; OETTERER, M. Relationship between the price of fish

and its quality attributes: a study within a community at the University of São Paulo, Brazil. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 451–456, 2013.

NATURLAND. **Naturland Standards for Organic Aquaculture**. [S. l.: s. n.], 2022. Available at: [https://www.naturland.de/images/01\\_naturland/\\_en/Standards/Naturland-Standards\\_Aquaculture.pdf](https://www.naturland.de/images/01_naturland/_en/Standards/Naturland-Standards_Aquaculture.pdf). Accessed: may 30, 2023.

ORIGIN. **The Organization for an International Geographical Indications Network**. 2023. Available at: <https://www.origin-gi.com/worldwide-gi-compilation>. Accessed: august 6, 2023.

OSMUNDTSEN, T. C.; AMUNDTSEN, V. S.; ALEXANDER, K. A.; ASCHE, F.; BAILEY, J.; FINSTAD, B.; OLSEN, M. S.; HERNÁNDEZ, K.; SALGADO, H. The operationalisation of sustainability: Sustainable aquaculture production as defined by certification schemes. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 60, 2020.

RAMACHANDRAN, A.; ADAM, F. **Shallow returns? ESG risks and opportunities in aquaculture**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: [www.fairr.org@FAIRRinitiative](http://www.fairr.org@FAIRRinitiative). .

RAMOS, B. D.; REGINA, L.; DE MORAES, R.; FERNANDES, V. **An Overview of Geographical Indications in Brazil***Journal of Intellectual Property Rights*. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: [www.manupatra.com](http://www.manupatra.com). .

RORIZ, G. D.; DELPHINO, M. K. de V. C.; GARDNER, I. A.; GONÇALVES, V. S. P. Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil. **Aquaculture Reports**, [s. l.], v. 6, p. 43–48, 2017.

SEGNER, H.; REISER, S.; RUANE, N.; RÖSCH, R.; STEINHAGEN, D.; VEHANEN, T. **Welfare of fishes in aquaculture**. [S. l.: s. n.] 2019.v. C1189.

SHUMILINA, E.; SLIZYTE, R.; MOZURAITYTE, R.; DIKIY, A. Monitoring of quality changes in salmon and salmon rest raw materials by NMR. *Em: MODERN MAGNETIC RESONANCE*. [S. l.: s. n.], 2018.

SHUMILINA, E.; SLIZYTE, R.; MOZURAITYTE, R.; DYKYY, A.; STEIN, T. A.; DIKIY, A. Quality changes of salmon by-products during storage: Assessment and quantification by NMR. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 211, p. 803–811, 2016. Disponível em: Acesso em: 28 maio 2023.

SYLVANDER, B.; LAGRANGE, L.; MONTICELLI, C. Les signes officiels de qualité et d'origine européens: quelle insertion dans une économie globalisée. **Économie Rurale**, n. 299, mai-juin, 2007, [s. l.], 2007.

TONI, M.; MANCIOCCO, A.; ANGIULLI, E.; ALLEVA, E.; CIONI, C.; MALAVASI, S. Review: Assessing fish welfare in research and aquaculture, with a focus on European directives. **Animal**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2019.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, [s. l.], v. 19, p. 100611, 2021.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, D.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Contamination sources, biofilm-forming ability and biocide resistance of *Staphylococcus aureus* in tilapia-

processing facilities. **Food Science and Technology International**, [s. l.], v. 24, n. 3, 2018.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, D.; GARCÍA, E. E. S.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias ( *Oreochromis niloticus* ) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 307–319, 2020a.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, D.; GARCÍA, E. E. S.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, [s. l.], v. 29, n. 3, 2020b.

VINCE, J.; HAWARD, M. Hybrid governance of aquaculture: Opportunities and challenges. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 201, p. 138–144, 2017.

WSO. **World Sustainability Organization. Annual Report 2019 - 2020**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: [https://friendofthesea.org/wp-content/uploads/WSO-Annual\\_report-2019-2020\\_EN-Print-FINAL.pdf](https://friendofthesea.org/wp-content/uploads/WSO-Annual_report-2019-2020_EN-Print-FINAL.pdf). Acesso em: 30 maio 2023.

## CAPÍTULO II

### **ARTIGO CIENTÍFICO: Protocol for assessing the eligibility of Nile tilapia net-cage culture for certification as Geographical Indications in the order of Denomination of Origin**

Naor Silveira Fialho<sup>1</sup>; Tavani Rocha Camargo<sup>1</sup>; Guilherme Wolff Bueno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>São Paulo State University - UNESP, Aquaculture Center - CAUNESP, Campus Jaboticabal, Brazil.

<sup>2</sup>UNESP, Faculty of Agricultural Sciences of Vale do Ribeira, Department of Fisheries Resources and Aquaculture, Registro Campus, SP, Brazil. Zip code: 11900-000.

#### **ABSTRACT**

Geographical Indication (GI), an Intellectual Property tool, promotes economic growth in traditional regions but is more challenging in identifying unique traits in fisheries and aquaculture. Nile tilapia is the world's third-largest produced finfish species. Cage culture in reservoirs is widely used to raise this specie and reservoir numbers are consistently growing in all parts of the world. The aim of the work was to create a protocol for fish producers to identify unique properties, determining GI eligibility under the DO concept. The focus of this work is on inland aquaculture using cage culture, with an emphasis on Nile tilapia (*O. niloticus*). A questionnaire was developed as a first approach and decision maker to allow producers to previously define if the product is potentially eligible for a GI process application. Additionally, indicators were selected to identify the product's characteristics. Data was collected from a literature review through a meta-analysis to ascertain each indicator's average/"standard" value. Also, another part of the protocol was developed to guide the identification of the production processes associated with the product's unique characteristics. An application of the protocol developed is presented in this paper. The protocol development represented an innovation, as this is the first study on methods to achieve the Denomination of Origin for Nile tilapia. The protocol allowed the synthesis of practical and objective approaches and procedures to identify the unique properties of Nile tilapia fillet and, consequently, determine if the product is eligible for a Geographical Indication application in the Denomination of Origin concept.

**Keywords:** aquaculture, certification, fish quality, food origin, reservoir.

## 1. INTRODUCTION

Certification, geographical indication (GI), and traceability of production processes are tools that guarantee consumer safety and provide products with quality attributes (MACIEL, E. D. S. *et al.*, 2013; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020a). Fish origin is an essential factor in marketing, and identifying the source can add value to the product and increase consumer confidence (Larsen, 2003). Like many cheeses, wines, and oils, product identification and tracking systems are implemented worldwide due to the expansion of global trade (Larsen, 2003; Galvão & Oetterer, 2014; WIPO, 2021). In Spain, for example, the country of origin was the most important factor in choosing sea fish (CLARET *et al.*, 2012). Thus, higher quality fish with some certification can increase the final price to achieve greater competitiveness in more demanding markets.

The GI concept is gaining momentum as consumers and producers increasingly value local and sustainable seafood products. GI labeling can help support local economies and protect the reputation of high-quality products (CARLS, 2020). GI, one Intellectual Property protection instrument, can be used to boost economic activities of traditional origin and contribute to the development of a particular region of the country (Bruch *et al.*, 2009; Le Guerroué, 2020; Valente *et al.*, 2012). However, identifying the association between the unique quality or characteristic and the specific geographical area can be more challenging in fisheries and aquaculture sectors compared to the agro-food sector (Girard, 2022). These challenges are associated with the sector being less subjected to research (Girard, 2022) and the wide variation of species in this sector that have a considerable difference in the physiology and, consequently, response to the geographic environment. These facts indicate barriers to increasing fisheries and aquaculture products registered for GI.

Aquaculture is undergoing significant expansion, with its global activity value surpassing USD 251 billion in 2021 (FAO, 2023). Aquaculture in reservoirs has grown in several countries, including Egypt, Indonesia (FAO, 2022), and Brazil (Valenti *et al.*, 2021), which are large global producers. Using reservoirs for fisheries primarily involves cage culture, with pen culture employed to a lesser extent. Cage culture is widely used to raise Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (VALENTI *et al.*, 2021). Nile tilapia is the world's third-largest produced finfish species (FAO, 2022). Its production reached 4.4 million tonnes of live weight in 2020 (FAO, 2022). Reservoir numbers are consistently growing

in all parts of the world. Approximately 16.7 million reservoirs larger than 0.01 hectares are estimated to exist globally (Lehner, 2011). Using established inland public water resources for fish cultivation in cages is essential to promoting competitive and sustainable production systems (Roriz et al., 2017). Therefore, GI certification of Nile tilapia net-cage culture can incentivize aquaculture development because there are significant and increasing numbers of reservoirs.

Thus, the objective of the work was to create a protocol that allows producers to identify the unique properties of their fish and, consequently, determine if their product is eligible for a GI application in the Denomination of Origin (DO) concept. This work impact the production chain, enabling producers to utilize the developed methodology and apply these protocols with bioprocesses for fish certification. This event lead to added value and differentiation within this sector, making enterprises more competitive and strengthening this production chain. The focus of this work was on inland aquaculture using cage culture, with an emphasis on Nile tilapia (*O. niloticus*).

## **2. MATERIALS E METHODS**

### ***2.1. Experimental design***

#### *2.1.1. Development of a Questionnaire*

A questionnaire was developed as a first approach and decision maker to allow producers to previously define if the product is potentially eligible for a GI process application and the information they are absent and need to evaluate or collect on databases. It was adapted from SEBRAE (2020) and SEBRAE (2022). The “Brazilian Micro and Small Business Support Service” (SEBRAE) is a private, non-profit Brazilian social service entity that aims to train and promote the economic development and competitiveness of micro and small businesses. SEBRAE works to diagnose, structure, and strengthen GIs with small businesses. The questionnaire was designed to be used as an interview guide conducted by a GI specialist with producers in a region. GI specialist include, but not only, professionals that work in institutions, agencies, governmental bodies, universities, and research centers that give support to producers related to GI. The analysis of the questionnaire responses, coupled with information collected from data

published or from other sources, provides specialists with an overview of the production process of a specific product in the region of interest.

To realize the evaluation of the questionnaire, the questions were divided into nine criteria, and scores were assigned for each criterion by the authors. The criteria were Product, Territoriality, Production method/Production chain, Governance, Identity and sense of belonging, Economic performance, Need for protection, Research involved, and Vision for the future. The scores for each criterion were classified through a system ranging from 0 to 10. A score of 0 was assigned for ineligibility or impediment to continue the GI process. A score of 4 or 5 was assigned for potential eligibility, although with significant adjustments to achieve it. A score of 8 was assigned for potential eligibility, although with minor adjustments to achieve. A score of 10 was assigned for potential eligibility, and no adjustment was required.

#### *2.1.2. Indicators Selection to Characterize Fish Product*

A protocol has been developed to ensure the identification of the leading quality attributes and nutritional composition of fish fillets. A set of indicators was selected to identify the product's characteristics. One way that indicators are defined is according to criteria proposed by committees of experts. This situation is called the top-down method (Valenti et al., 2018). From 2019 to 2023, several discussions were conducted among scientists and graduate students from Brazilian universities and a Norwegian university, combined with practical tests carried out on a commercial farm (Shumilina et al., 2020). Then, the set of indicators was established. The relevant methods and units defined in the Official Methods of Analysis of AOAC International (AOAC, 2016) and Shumilina et al. (2017) were selected to obtain and process the fish samples.

#### *2.1.3. Development of fish characteristics benchmarking*

The methods selected in item 2.1.2 are the standard methods used through many research analyses in aquaculture, allowing the comparison of the data obtained. Performing a benchmark is a way to realize this comparison and evaluate if any characteristic is highlighted. Standard values can be obtained through benchmarking (Fialho et al., 2021). Data was collected from a literature review through a meta-analysis (Lovatto et al., 2007) to ascertain each indicator's average/"standard" value. The data

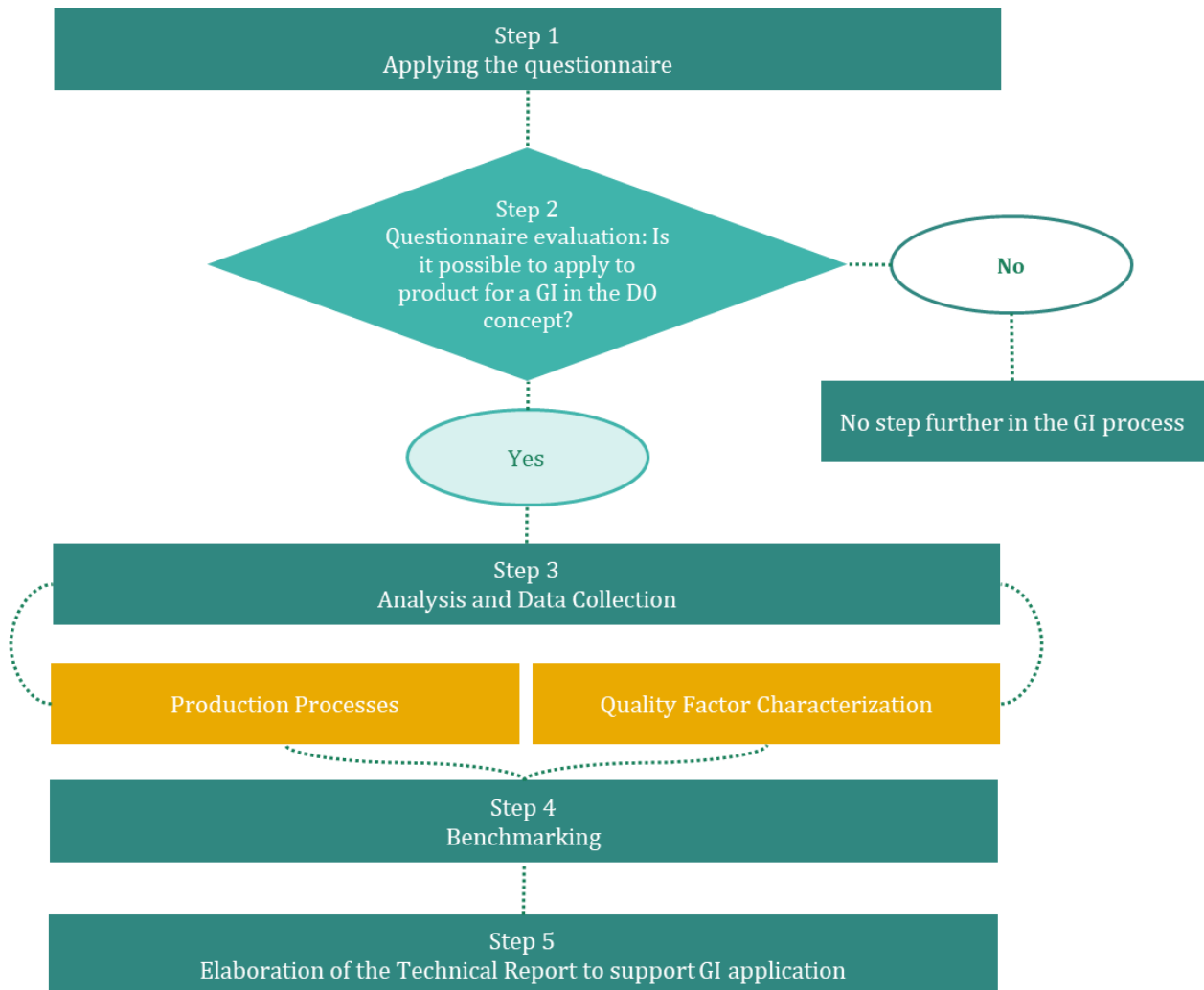
from the literature review was from companies that produce the same product type, Nile tilapia raised in cage culture.

#### *2.1.4. Development of a guide to identifying*

From 2020 to 2022, a part of the protocol was developed to guide the identification of the production processes associated with the product's unique characteristics in a commercial farm with a recognized unique fish product (Shumilina et al., 2020). It was based on the World Intellectual Property Organization (WIPO) publication (WIPO, 2021). The production processes involve handling, collection, transportation, and pre-slaughter. This guidance allows for obtaining data on natural and human factors that are essentially or exclusively responsible for the fish product's unique characteristics. This data is crucial to achieve the GI in the DO concept.

#### *2.1.5. Flow chart for the protocol application*

Figure 1 presents the flow chart in steps for the protocol application. This flow chart summarizes the protocol application until the collection of the necessary information to elaborate the proper documentation to support the GI application.



**Figure 1.** A flow chart of activities determines if the fish product is eligible for a GI application in the Denomination of Origin (DO) concept.

### 3. RESULTS

#### 3.1 Questionnaire

The questionnaire is presented in Annex 1. It was developed as a first approach to allow producers to previously define the information they are absent and need to evaluate or collect on databases.

Table 1 presents the scores to evaluate the questionnaire answers. The scores assigned to each criterion must be inserted in a bar chart, in which the horizontal axis refers to the scores assigned to the criteria and the vertical axis refers to the criteria. The authors established the scores based on the different scenarios that each criterion could have.

**Table 1.** Assessment criteria from the questionnaire, aspects to be analyzed in each criterion, and the scores assigned to each criterion.

CRITERIA	CRITERIA ANALYSIS	SCORES ASSIGNED TO THE CRITERIA
<b>Product</b>	Are there recognized differences between the product and similar products, and is the production process legal?	0: There is no difference. 4: The difference is uncertain, although the production process is legally regulated. 8: There is a difference, although the production process is not legally regulated. 10: There is a difference, and the production process is legally regulated.
<b>Territoriality</b>	Is there a link between the territory and the product's differentiation?	0: No stage defines the product's differentiation 5: At least one stage defines the product's differentiation, although not all producers are based in the specified territory. 10: At least one stage defines the product's differentiation, and all producers are based in the specified territory.
<b>Production method/Production chain</b>	Does the production mode have a documented	0: There is no standard production process 4: There is a standard production process, although it lacks documentation. There is a weak commercial relationship with the links in the production chain or no public institution support.

	<p>and standard process, and does it have a functional relationship with the market and public institutions?</p>	<p>8: There is a documented standard process, although there is a weak commercial relationship with the links in the production chain or no public institution support.</p> <p>10: There is a documented standard process, and the production has a functional commercial relationship with the links in the production chain</p>
<p><b>Governance</b></p>	<p>Is there a well-structured organization that represents all the producers in the indicated geographical area, and does it have the capacity to fulfill its role in representing those interested in producing the product in the indicated geographical area?</p>	<p>0: There is no organization.</p> <p>5: There is an organization with weaknesses in its operation or representativeness.</p> <p>10: There is an organization that can operate and be representative.</p>
<p><b>Identity and sense of belonging</b></p>	<p>Do the producers have the sense that their product is distinguished, and do the community and market also recognize this distinction?</p>	<p>0: There is no sense of self-esteem among producers.</p> <p>5: There is a sense of self-esteem among producers, although there is no recognition of the product from the local population, public, and market.</p> <p>10: Producers have a sense of self-esteem, and the product has</p>

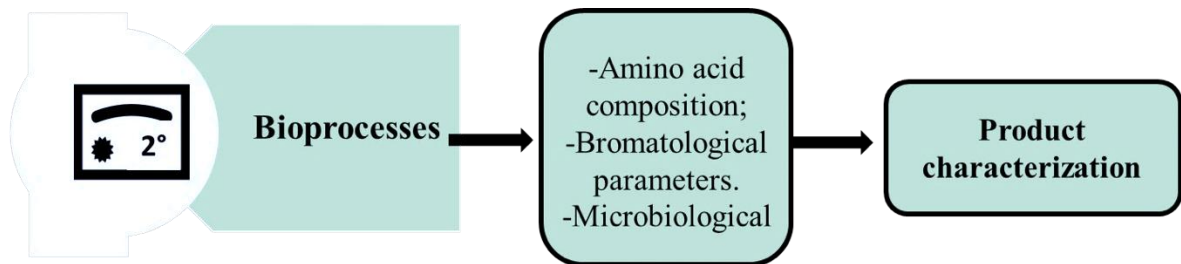
		recognition from the local population, public, and market.
<b>Economic performance</b>	Can the production economic aspects impact the producers involved based on the production volume and monetary value?	<p>0: The economic performance of the product's production cannot improve the producer's income.</p> <p>5: The economic performance of the product's production can improve the producer's income, although it may be limited.</p> <p>10: The economic performance of the product's production can significantly improve the producer's income.</p>
<b>Need for protection</b>	Does the product require proof of origin?	<p>0: No product counterfeiting evidence exists, and buyers do not require proof of origin.</p> <p>8: Buyers require proof of origin; no product counterfeiting evidence exists.</p> <p>10: Buyers require proof of origin, and there is product counterfeiting evidence.</p>
<b>Research involved</b>	Are the product's characteristics and qualities due exclusively or essentially to the	<p>0: No natural and human factors influence the product's characteristics and qualities.</p> <p>4: The natural or human factors influencing the product's characteristics and qualities are not apparent yet, but some studies can be carried out to prove this influence.</p>

	geographic environment, including natural and human factors?	<p>8: Natural and human factors influence the product's characteristics and qualities, but no study can prove this influence. However, it is possible to conduct studies to prove the connection.</p> <p>10: There are natural and human factors influencing the product's characteristics and qualities, and there are studies that can prove this influence.</p>
<b>Vision for the future</b>	Are there goals/expectations for the producers to develop their product and territory in the indicated geographical area?	<p>0: There are no goals/expectations.</p> <p>5: There are limited goals/expectations for product and territory development.</p> <p>10: There are reasonable goals/expectations for product and territory development</p>

### 3.2. Indicators for the analysis of quality factors in fish fillet

To develop this part of the protocol, the compounds present in the fish fillet must be evaluated (Figure 2). Monthly, over a production cycle (6 months) in both winter and summer periods, four samples of fresh fillet per production batch need to be collected, totaling 24 samples. The protocol for collecting, storing, and transporting these samples has been developed and adapted following the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) protocol proposed by Shumilina *et al.* (2017). The samples must be stored in a freezer at -20 °C until analysis. Analyses must undergo amino acid composition analysis. These analyses are supposed to utilize nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy to monitor the water-soluble metabolites qualitatively and quantitatively in the fillet, following the methods outlined by Shumilina *et al.* (2016, 2017).

Also, 60 fresh fish fillets must be used for instrumental color, instrumental texture profile, chemical, proximate, and microbiological analyses. Fish fillets must be iced, packed in expanded polystyrene boxes, and transported within 36 hours after the catch. The analysis methods to be used are described in the topics below.



**Figure 2.** Primary analytical topics for identifying quality factors in fish fillets within the denomination of origin registration framework.

- **Proximate analysis**

The proximate composition of fish fillets is determined following the AOAC methods (AOAC, 2016). Moisture needs to be assessed by oven-drying 6 g of the sample at 105 °C until it reaches a constant weight. The micro-Kjeldahl method determines the crude protein content in terms of total nitrogen by applying the conversion factor 6.25. The ash content is obtained by heating 6 g of the sample in a muffle furnace at 550 °C until it reaches a constant weight. The Soxhlet extraction method is applied to quantify the lipid content in 6 g of sample, using hexane (Labsynth Ltd., Diadema, Brazil) as an extractant.

- **Instrumental color analysis**

Thirty fish fillets must be evaluated at room temperature. The color of the fillet is measured in one area, located at the craniodorsal quadrant, with a CR-400 Minolta Chroma Meter (Illuminant D65, Konica Minolta, Chiyoda, Japan), which needs to be previously calibrated following the American Meat Science Association standard protocol (AMSA, 2012). The lightness ( $L^*$ , black (0) to white (100)), redness ( $a^*$ , green (–) to red (+)), and yellowness ( $b^*$ , blue (–) to yellow (+)) of the samples is assessed using a CIE  $L^*a^*b^*$  system. The chroma ( $C^*$ ) and hue angle ( $h_{ab}$ ) are then calculated as follows:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h_{ab} = \tan (b^*/a^*)$$

- **Instrumental texture profile analysis (TPA)**

TPA of fish muscle is supposed to be performed in a TA.XT Plus texture analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, United Kingdom), according to Bourne (2002). Thirty fillets must be evaluated at room temperature. Samples of 20 mm length, 20 mm width, and 40 mm height are compressed once by a blade P/35 at a constant speed of 2 mm/s with a 5 N contact force. The results are expressed in kilogram-force per square centimeter (kgf/cm<sup>2</sup>).

- **Chemical analysis**

Thirty fillets need to be analyzed. The pH need to be measured in samples of 10 g homogenized with 100 mL of deionized water for 2 min using a digital pH meter TEC-2 (TECNAL, Piracicaba, Brazil), following the standard method described in Brazil (1999). Total volatile base nitrogen (TVB-N) must also be determined according to Brazil (1999). 50 g of fish muscle samples must be homogenized with 150 mL of 5% trichloroacetic acid (TCA, Merck, Darmstadt, Germany) for 1 min and vacuum filtered. A mixture of 1:2 (v/v) of the filtrate and 0.1 g/mL of MgO (96%, Labsynth Ltda., Diadema, Brazil) need to be then steam distilled in a Kjeldahl distillation unit TE 036/1 (TECNAL). Distilled samples must be mixed with 20 mL of 4% boric acid (LabImpex Ltda., Diadema, Brazil) and five drops of the indicator (0.66 g/L methyl red and 0.33 g/L bromocresol green (Labsynth Ltda.) diluted in 70% (v/v) ethanol (Neon Comercial Ltda., Suzano, Brazil)). TVB-N needs to be assessed by titration with 0.01 N sulfuric acid (Quimica Moderna Ltda., Barueri, Brazil). Results must be expressed as mg of TVB-N/100 g.

- **Microbiological analysis**

The microbiological quality of thirty fish fillets must be determined following the ISO 4833-2:2013 (ISO, 2013) for total aerobic mesophilic count (TAMC) and ISO 17410:2001 (ISO, 2001) for total aerobic psychrotrophic count (TAPC). Microbial counts need to be expressed as log CFU/g.

### 3.3. Benchmarking

Averages/“standard” values of the indicators obtained from literature data is presented on table 2.

**Table 2.** Fish quality benchmarking of Nile tilapia cage farming.

Indicator Group	Indicator	Means ( $\pm$ SD) of Literature Data	References
<b>Amino acid composition</b>	Aspartic Acid (%)	1.71%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Glutamic Acid (%)	2.56%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Glycine (%)	1.13%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Histidine (%)	0.38%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Arginine (%)	1.29%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Threonine (%)	0.78%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Alanine (%)	1.08%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Proline (%)	0.83%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013);

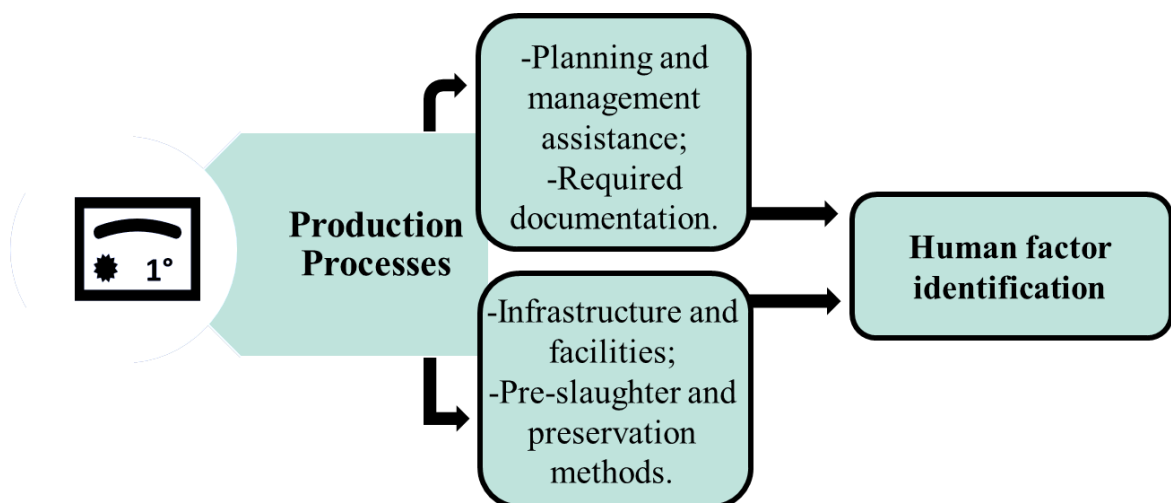
<b>Amino acid composition</b>			Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Tyrosine (%)	0.56%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Valina (%)	0.77%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Methionine (%)	0.27%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Cystine (%)	0.20%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Isoleucine (%)	0.37%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Leucine (%)	1.00%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Phenylalanine (%)	0.74%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Lysine (%)	1.86%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).
	Tryptophan (%)	0.77%	Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryschek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980).

<b>Proximate Composition</b>	Moisture (%)	77.38 ( $\pm 2.27$ )	Ferreira et al., 2007; Fonseca et al., 2013; Listrat et al., 2016; Morais et al., 2020; Oliveira et al., 2008; Souza et al., 2004
	Ash (%)	0.75 ( $\pm 0.50$ )	Ferreira et al., 2007; Morais et al., 2020; Oliveira et al., 2008; Souza et al., 2004
	Lipid (%)	2.02 ( $\pm 0.54$ )	Ferreira et al., 2007; Fonseca et al., 2013; Morais et al., 2020; Oliveira et al., 2008; Souza et al., 2004
	Crude Protein (%)	20.13 ( $\pm 3.07$ )	Ferreira et al., 2007; Listrat et al., 2016; Morais et al., 2020; Oliveira et al., 2008; Souza et al., 2004
<b>Color</b>	L*	46.98 ( $\pm 20.22$ )	Kulawik et al., 2016; Morais et al., 2020; Viana et al., 2020; Xie et al., 2023
	a*	0.97 ( $\pm 2.72$ )	Kulawik et al., 2016; Morais et al., 2020; Viana et al., 2020; Xie et al., 2023
	b*	9.91 ( $\pm 6.74$ )	Kulawik et al., 2016; Morais et al., 2020; Viana et al., 2020; Xie et al., 2023
	C*	9.96 ( $\pm 6.42$ )	Kulawik et al., 2016; Morais et al., 2020; Viana et al., 2020; Xie et al., 2023
	h <sub>ab</sub>	84.42 ( $\pm 27.25$ )	Kulawik et al., 2016; Morais et al., 2020; Viana et al., 2020; Xie et al., 2023
<b>Texture Profile</b>	Hardness (kgf/cm <sup>2</sup> )	3.60 ( $\pm 1.61$ )	Morais et al., 2020; Xie et al., 2023
<b>Chemical</b>	pH	6.35 ( $\pm 0.14$ )	Abelti, 2013; Cyprian et al., 2013; Fonseca et al., 2013; Khalafalla et al., 2015; Morais et al., 2020; Reddy et al., 1995; Soccol et al., 2005; Xie et al., 2023
	TVB-N (mg of TVB-N/100 g)	10.96 ( $\pm 3.69$ )	Abelti, 2013; Khalafalla et al., 2015; OU et al., 2002; Soccol et al., 2005

### 3.4. Production Processes: Handling, Collection, Transportation, and Pre-slaughter

To assess the geographical characteristics and their relationship with the product of interest for the registration of the Denomination of Origin (DO), at least two field trips need to be conducted by specialists with experience in data collection and aquaculture to observe the management practices of workers in the production site. The number and duration of the field trips may vary based on the number of farms, the size of the farms, and other contextual factors. During these field visits, data must be collected on the following topics: management planning and support, necessary documentation, on-site factors and observations, logistics and transportation, internal production techniques and processes, infrastructure and facilities, pre-slaughter methods, and product preservation (Figure 3).

Additionally, an analysis needs to be conducted on human aspects, encompassing the development, adaptation, or refinement of specific aquaculture techniques during production in the farming system. This analysis aims to identify the unique practices of the producers and service providers within this territory. It involves examining the accumulated knowledge within the company, passed down through generations, such as in handling, pre-slaughter, and slaughter of the animals.



**Figure 3.** Primary focus areas for the identification of human factors influencing fish production in the context of Denomination of Origin registration.

## **4. DISCUSSION**

An application of the developed protocol is presented below for a better discussion of the outcomes of the protocol created. Nile tilapia (*O. niloticus*) represents 9% of world finfish production (FAO, 2022) and more than 50% of national production in some countries, such as Brazil (IBGE, 2023). According to a 2022 survey by the Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE, Brazilian aquaculture produced 739,376 tonnes, with tilapia production growing 10.7% compared to 2021 (IBGE, 2023). Also, the tilapia cultivated in the Chavantes reservoir, located in the city of Fartura on the Paranapanema River, has stood out for its unique qualities with international interest (PEIXE BR, 2020; Shumilina et al., 2020).

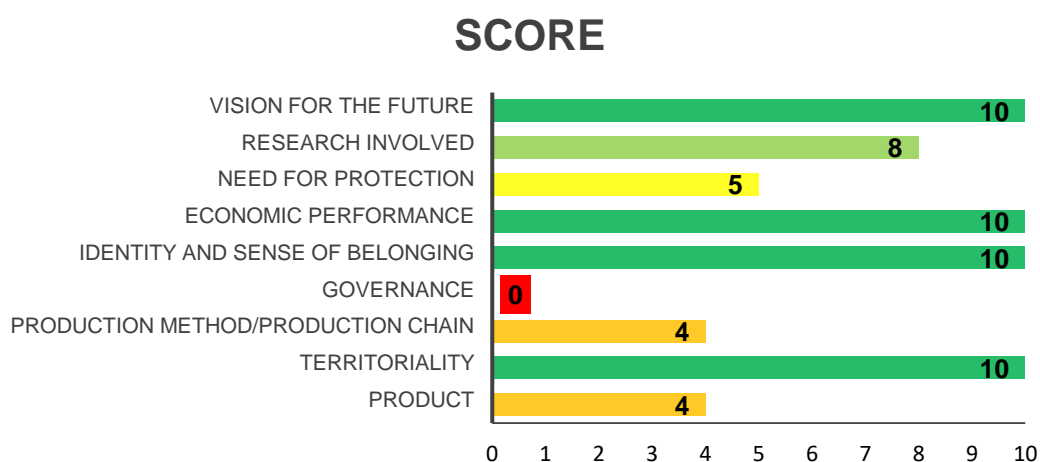
### **4.1 Questionnaire**

As the fish farm was developing the protocol together, and an expressive part of the information was available, the questionnaire was not applied in this case. The outcome of applying the questionnaire aims to support decisions regarding the relevance of implementing a structuring process for a Geographical Indication. It is a relevant part of the protocol and should be taken as a first approach to guide the specialist in searching for the necessary information. Also, it allows to quickly determine the cases that are not applicable to implement the structural process. In this case, it saves time and resources for the aquaculture industry, allowing them to have a simple and inexpensive first approach. Ultimately, this process generates qualitative information about the requirements for GI protection.

An illustrative score table and graphic generated through the questionnaire score are presented below (Table 3; Figure 4).

**Table 3.** Example of Score generated from the questionnaire.

CRITERIA	SCORE
1 Product	4
2 Territoriality	10
3 Production method/Production chain	4
4 Governance	0
5 Identity and sense of belonging	10
6 Economic performance	10
7 Need for protection	5
8 Research involved	8
9 Vision for the future	10



**Figure 4.** Example of a Score Graphic generated from the questionnaire.

The graphic generated with the scores allows specialists to identify if it is possible to apply the product for a GI in the DO concept, the weakness, and the strength of the process. A score of 0 for the criteria Research involved, Production method/Production chain, Territoriality, or Product indicates that the product is ineligible. The Article 22 of the World Trade Organization's (WTO) Agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) (WTO, 1994) define GIs as "indications which identify a good as

originating in the territory of a member, or a region or locality in that territory, where a given quality, reputation or other characteristic of the good is essentially attributable to its geographic origin.” It is highlighted the need of the unique product’s quality be attributable to the geographic place where the production is set. Therefore, the absence of this nexus turns the product ineligible.

A score of 0 for the criteria Vision for the future, Need for protection, Economic performance, or Identity and sense of belonging indicates that it is unlikely to have human and financial resources to go through the application process to obtain the GI in the DO concept. Market often does not adequately reward the value added to traditional products, and even when it does, producers may not necessarily benefit. This is largely attributable to a lack of clear and recognized product characterization or insufficient regulations and enforcement mechanisms (Bramley et al., 2009).

For the criterion Governance, it is fundamental to have a high score if there is more than one producer in the geographic area. Without good Governance, it is impracticable to apply and realize the management of the DO. Milano & Cazella (2021) realized a systematic search on GI studies. They selected and analyzed 28 studies and pointed out social organization as essential for achieving collective participation and action in the construction and management of GI in 70% of the studies. The involvement of diverse social actors, particularly local stakeholders, must be a primary focus in initiatives related to GI creation.

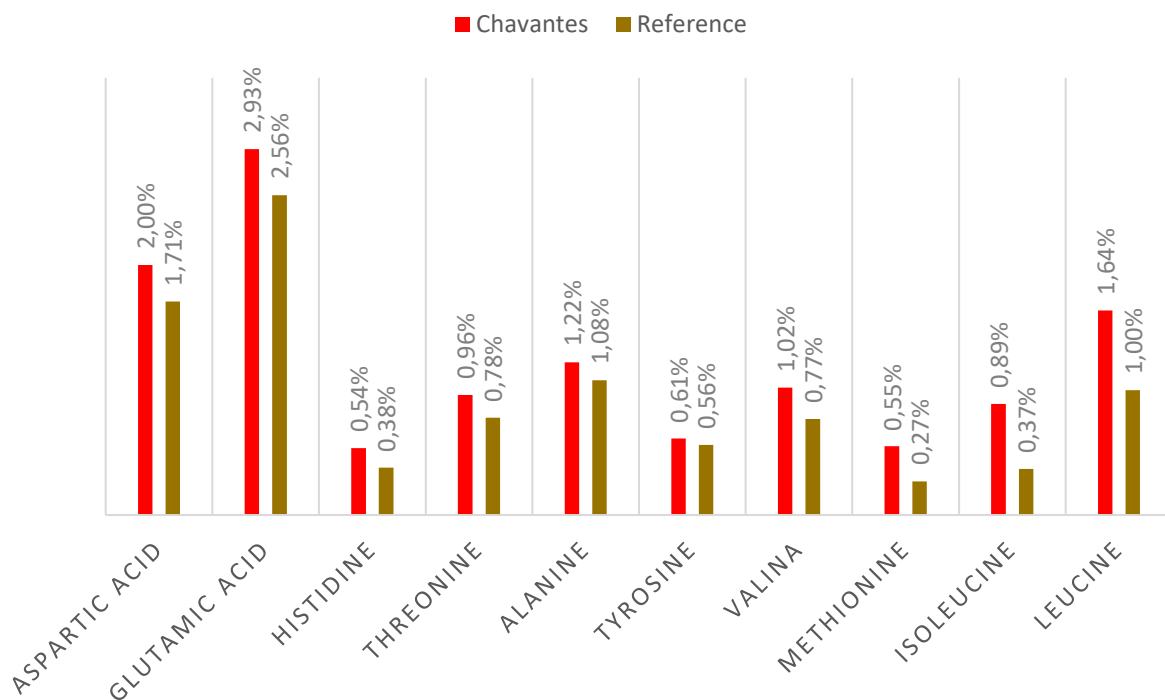
#### **4.2 Analysis of quality factors in fish fillet and Benchmarking**

The quality factors that highlight compounds in the tilapia fillet raised in the Chavantes Reservoir and differentiate the flavors and specific characteristics of the fish were evaluated (Table 4). Benchmarking is comparing an organization’s performance to other groups or acceptable standards (Giacomini, 2008; Mcdougall, 2012). This benchmarking allows the producer to identify which data from the quality factors analysis differ from the standard. Figure 5 presents the result of applying the benchmark method to evaluate amino acid composition of tilapia fillets. It shows the amino acid average values investigated in different production batches of tilapia fillets from the fish farm. It also presents the reference values generated through the *meta*-analysis of collected data from a literature review.

**Table 4.** Nile tilapia fillet's quality factors raised in net cages in the Chavantes Reservoir

<b>Indicator Group</b>	<b>Indicator</b>	<b>Means (<math>\pm</math>SD)</b>
<b>Amino acid composition</b>	Aspartic Acid (%)	2.00 ( $\pm$ 0.11)
	Glutamic Acid (%)	2.93 ( $\pm$ 0.19)
	Glycine (%)	1.11 ( $\pm$ 0.11)
	Histidine (%)	0.54 ( $\pm$ 0.04)
	Arginine (%)	1.20 ( $\pm$ 0.08)
	Threonine (%)	0.96 ( $\pm$ 0.09)
	Alanine (%)	1.22 ( $\pm$ 0.11)
	Proline (%)	0.73 ( $\pm$ 0.11)
	Tyrosine (%)	0.61 ( $\pm$ 0.04)
	Valina (%)	1.02 ( $\pm$ 0.04)
	Methionine (%)	0.55 ( $\pm$ 0.03)
	Cystine (%)	0.23 ( $\pm$ 0.04)
	Isoleucine (%)	0.89 ( $\pm$ 0.08)
	Leucine (%)	1.64 ( $\pm$ 0.20)
	Phenylalanine (%)	0.77 ( $\pm$ 0.15)
	Lysine (%)	1.96 ( $\pm$ 0.10)
	Tryptophan (%)	0.18 ( $\pm$ 0.09)
<b>Proximate Composition</b>	Moisture (%)	76.70 ( $\pm$ 1.39)
	Ash (%)	1.03 ( $\pm$ 0.06)
	Lipid (%)	3.43 ( $\pm$ 0.71)
	Crude Protein (%)	17.82 ( $\pm$ 1.10)
	L*	48.89 ( $\pm$ 2.46)

<b>Color</b>	a*	2.96 ( $\pm$ 1.56)
	b*	-0.21 ( $\pm$ 1.08)
	C*	2.97
	h <sub>ab</sub>	-4.06
<b>Texture Profile</b>	Hardness (kgf/cm <sup>2</sup> )	2.050 ( $\pm$ 0.993)
<b>Chemical</b>	pH	6.39 ( $\pm$ 0.12)
	TVB-N (mg of TVB-N/100 g)	1.39 ( $\pm$ 0.20)
<b>Microbiological</b>	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	2.3x10 <sup>1</sup> ( $\pm$ 1.8x10 <sup>1</sup> )
	<i>Salmonella sp.</i> *	Absent



**Figure 5.** Benchmarking the amino acids' concentration obtained in tilapia (wet weight) produced in the Chavantes reservoir with reference values from the literature.

The results obtained in the quality factors analysis demonstrated that tilapia fillet produced in the Chavantes reservoir has higher nutritional values than reference values. Amino acids are fundamental to human health by (1) preventing tissue damage, (2) increasing anti-oxidative capacity, (3) promoting protein synthesis and wound healing, (4)

improving immunity, and (5) treating metabolic disorders (Nunes Filho, 1994). As tilapia filet produced in the Chavantes reservoir has higher levels of amino acids, the tilapia consumer will have an increased supplementation of these nutrients and, consequently, generate more health benefits. Furthermore, some amino acids play an essential role in individual fish flavors (Nunes Filho, 1994), providing a pleasant (Oetterer et al., 2012) and sweet flavor (Biazussi, 2016). Also, aspartic acid, glutamic acid, and tyrosine enhance umami taste (Chen & Zhang, 2007).

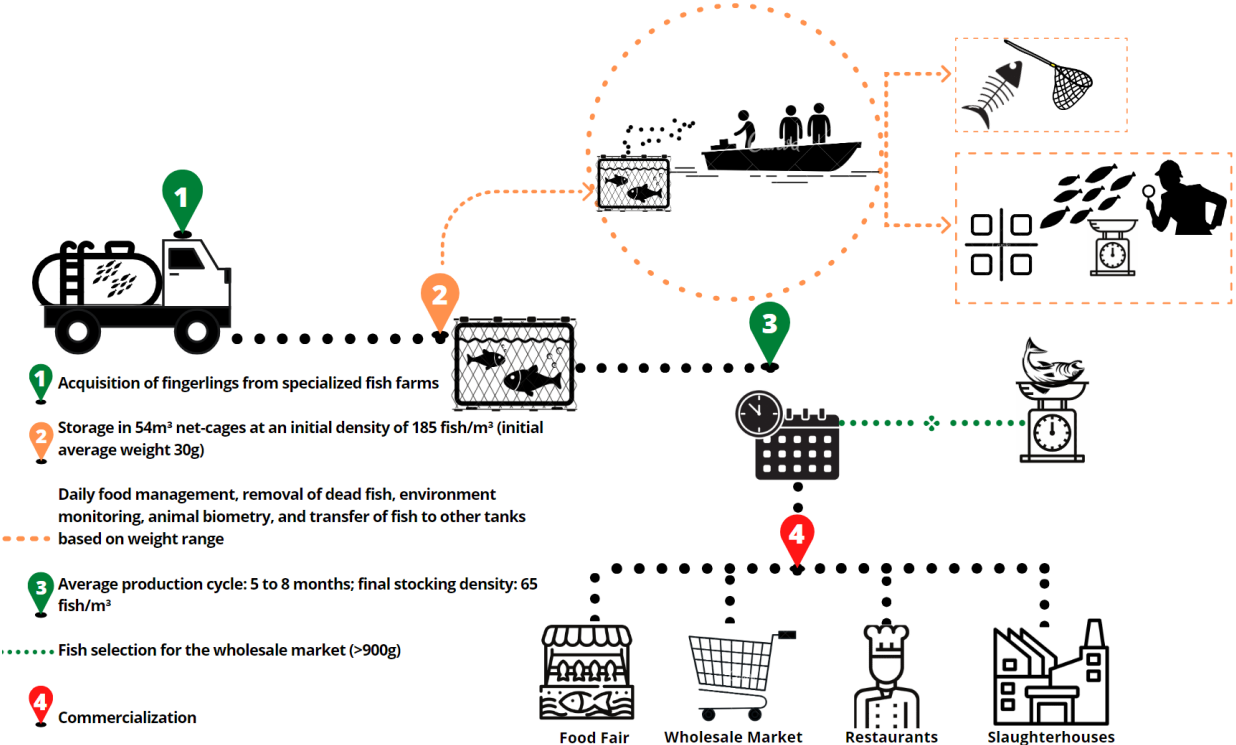
**Production Process:** Two field trips were carried out to monitor the workers' management in a commercial fish farm with high production of Nile tilapia (*O. niloticus*) in a large volume net-cage system (>40 m<sup>3</sup>) installed in the Chavantes hydroelectric power plant reservoir. The fish farm is in Fartura, within the Paranapanema River region. Fartura is a border city between the state of São Paulo and Paraná, at coordinates 23° 22' 47.5" S, 49° 35' 14.9" W. The reservoir is in the hydrographic basin of Paranapanema River, has an area of 400 km<sup>2</sup> and is characterized by a humid subtropical climate (Cfa, according to Köppen climate classification) (Rolim et al., 2007) (Figure 6).



**Figure 6.** Workers' management in fish farming. A and B: Harvesting and weighing juveniles for stocking in net-cages. C and D: Fingerling reception in the constructed earthen ponds.

The logistical process for tilapia production in the Chavantes reservoir involves distinct stages, encompassing the reception of fingerlings from specialized fish farms, acclimatization, and selection of fish into uniform batches. This process proceeds to daily management, biometric assessments, and vaccination at specific intervals (Figure 7).

Such management ensures a more homogeneous and controlled development of the animals, guaranteeing a standardized product for the wholesale market. The fish selection and classification, based on body weight, occur when production batches reach approximately 980 g. Consequently, a complete production cycle is concluded in about 210 days.



**Figure 7.** Flowchart of the logistical process for tilapia production: from farm to the wholesale market. Adapted from Godoi (2021).

The highlighted characteristics obtained by the protocol in the production process were harvesting decision-making based on fillet yield, management aimed at animal welfare, and reduced stocking density (average of 40 kg/m<sup>3</sup>). Also, production has a high level of environmental control and sustainability monitoring.

The large artificial reservoirs of hydroelectric power plants in Brazil commonly exhibit high annual depletions, indicating substantial fluctuations in their water volumes. These declines in reservoir water levels contribute to a deterioration in water quality (CODEVASF, 2019), consequently impacting fish performance and fillet quality. The Chavantes reservoir possesses distinct characteristics with prolonged water retention compared to most other reservoirs. The reservoir's geographical configuration influences its structure and functioning in the hydrological regime of this artificial reservoir, providing

it with greater physical stability, depth, volume, area, water level variation, and the occurrence of seasonal thermal stratification (Soares et al., 2008; Nogueira et al., 2012). These unique natural features allow for the maintenance of water quality even during periods of drought, mitigating significant losses in productivity and performance experienced by other reservoirs (Barroso et al., 2015).

### **4.3 Outcomes from the protocol application**

The tilapia fillet produced in the Chavantes reservoir has unique characteristics attributed to the geographic environment, such as fish with superior zootechnical performance and fillets with an individual, pleasant, and sweet flavor, in addition to increasing nutritional values and health benefits. These unique characteristics are intrinsically related to the geographic area where it is produced. The region's distinguishing natural factor is the reservoir in which the fish are created. The Chavantes reservoir spans approximately 400 km<sup>2</sup> and serves the purpose of water accumulation to regulate downstream flow, classifying it as a storage reservoir with a dendritic form (ANA, 2020; Nogueira et al., 2012). The reservoir does not suffer the same negative impacts as other reservoirs during prolonged periods of drought (Barroso et al., 2015; Valenti et al., 2021), ensuring water quality maintenance and, consequently, high fish performance. The human factor associated with the characteristics highlighted was the harvesting decision-making based on fillet yield, management aimed at animal welfare, reduced stocking density, and environmental control and sustainability monitoring. This improves fish health, welfare, and performance, generating the unique tilapia fillet.

In the last two decades, tilapia production systems have shifted from traditional pond culture to net-cages in large reservoirs in Brazil (VALENTI *et al.*, 2021). In an assessment of Nigeria's potential for aquaculture, more specifically, African catfish and Nile tilapia, it was indicated significant opportunities to use intensive tilapia cage systems in large waterbodies capable of high returns on investment in the southwest, centre, and north of that country (FAO, 2022). However, small cage farms have a low-profit margin (BRANDE *et al.*, 2023), so challenges during the culture period can directly impact profitability. The productivity of reservoir fisheries can be increased by combining better harvesting strategies, fertilization, and also carefully adapted stock enhancement (Van Zwieten et al., 2011). Identifying and implementing the protocol to allow GI registration of fisheries

can increase profit and indirectly improve the productivity of the fish farms in the geographical region. Moreover, it holds the potential to significantly contribute to the socio-economic well-being of communities along the reservoir shores.

## **5. CONCLUSION**

The protocol development represented an innovation, as this is the first study on methods to achieve the Denomination of Origin for Nile tilapia. The protocol allowed the synthesis of practical and objective approaches and procedures to identify the unique properties of Nile tilapia fillet and, consequently, determine if the product is eligible for a Geographical Indication application in the Denomination of Origin concept. This protocol can be incorporated by the aquaculture industry. In addition, the protocol serves as a model for other species of interest in aquaculture.

# ANNEX 1

## ASSESSMENT OF POTENTIAL DESIGNATION OF ORIGIN

### **1. STRUCTURAL QUESTIONS**

Responses to structural questions will provide insights for a deeper analysis of the potential structuring and recognition of the Geographical Indication, according to 9 criteria:

Product;

Territoriality;

Production method/Production chain;

Governance;

Identity and sense of belonging;

Economic performance;

Need for protection;

Research involved;

Vision for the future.

#### **1.1. Product Criterion:**

QUESTION 1 - What are the characteristics/qualities of the product linked to the indicated geographical area?

QUESTION 2 - Are derivatives of the product produced in the indicated geographical area? If so, what are they?

QUESTION 3 - Does the product have characteristics/qualities that give it a market reputation (local, regional, national, or international) and differentiation from similar products available in the market? If so, what are they?

QUESTION 4 - Since when has the product been produced in the geographical area?

QUESTION 5 - Does the product/production process comply with legal regulations (sanitary, environmental, and safety)?

### **1.2. Territoriality Criterion:**

QUESTION 6 - Is there a specific geographical area recognized by the market as the production center of the product? What is the scope, and what is the approximate size of this geographical area?

QUESTION 7 - Which stages of the production process (field production, manufacturing, processing, agro-industrialization, packaging, and distribution) are carried out in the indicated geographical area? Which stages define the reputation, characteristics, or qualities of the GI product in the market?

QUESTION 8 - Are all producers based in the indicated geographical area?

### **1.3. Production Method/Production Chain Criterion:**

QUESTION 9 - Which links in the production process chain are involved with the product from primary production to distribution?

QUESTION 10 - Is there a standard practice or a traditional mode of production by producers or in the production chain that defines the product's form? Is it documented or in the producers' minds?

QUESTION 11 - Is a quality control system practiced in the geographical area? If so, how is this quality control carried out? Is it documented?

QUESTION 12 - How does the product's production chain behave in the indicated geographical area? How is the commercial relationship between the links in the production chain?

QUESTION 13 - Do public institutions recognize and implement public policies to valorize and support the analyzed product's production chain?

#### **1.4. Governance Criterion:**

QUESTION 14 - Is there an organization (association, cooperative, consortium, condominium, syndicate, federation) in the geographical area representing the community of producers? If so, is this organization formalized? Does it have statutes that consolidate its role in representing those interested in producing the product in the indicated geographical area?

QUESTION 15 - Currently, how is the performance of this entity regarding the representativeness of the set of producers in the indicated geographical area?

QUESTION 16 - Does this entity have financial health and the capacity to articulate the search for resources?

QUESTION 17 - Are other organizations competing with the representativeness of producers in the geographical area?

QUESTION 18 - How is the interaction and relationship between the producers of the product in the indicated geographical area?

#### **1.5. Identity and Sense of Belonging Criterion:**

QUESTION 19 - What producers' and leaders' values, beliefs, and principles in the indicated geographical area guide production and relationships with consumers and the community?

QUESTION 20 - Is there a sense of self-esteem among producers in the indicated geographical area capable of generating positive engagement in the territory's development?

QUESTION 21 – From the producers' perspective, does the local population recognize the product as part of the territory's identity?

QUESTION 22 - Is there public or market recognition of the product or know-how?

### **1.6. Economic Performance Criterion:**

QUESTION 23 - How many producers are involved in each production stage in the geographical area?

QUESTION 24 - What is the product's production volume in the indicated geographical area? What is the production's contribution to the product's volume at the state and national levels?

QUESTION 25 - What is the monetary value of the annual production of the product in the geographical area?

### **1.7. Need for Protection Criterion:**

QUESTION 26 - Is there evidence of product counterfeiting in the market with usurpation of the geographical name, tradition, and know-how by producers outside the geographical area?

QUESTION 27 - Do buyers of the product from the indicated geographical area require proof of origin as a purchase requirement?

### **1.8. Research Involved Criterion:**

QUESTION 28 - Are natural factors influencing the product's characteristics and qualities, such as environmental, biological, ecosystem, or natural events?

QUESTION 29 - Are human factors influencing the product's characteristics and qualities, such as the know-how of producers/service providers, tradition, and technologies?

QUESTION 30 - Are there technical-scientific studies from Universities or Institutions of Science and Technology that can prove the product's connection with the geographical environment? What are they? If not, what studies would be necessary to demonstrate the product's characteristics and qualities linked to the geographical environment?

QUESTION 31 – Which University or Institute of Science and Technology are involved or could be involved in conducting technical-scientific studies to prove the product's connection with the geographical environment?

**1.9. Vision for the Future Criterion:**

QUESTION 32 - What are the goals/expectations of the set of producers in the indicated geographical area regarding market reach (local, regional, national, international) for the product?

QUESTION 33 - What are the goals/expectations of the producers in the indicated geographical area regarding the territory's development?

## REFERENCE

- Abelti, A. L. (2013). Microbiological and Chemical Changes of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fillet during Ice Storage: Effect of Age and Sex. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5, 1260–1265. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:96563951>
- AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. 2nd ed. Champaign, IL: American Meat Science Association.
- ANA. (2020). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Catálogo de metadados da ANA. Relatório técnico de atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE de Chavantes. 115p. Available at: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b8f0487a-df73-4f8d-8b22-bb49cf9f3683>. Accessed: Feb. 5<sup>th</sup>, 2024.
- AOAC (2016) Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International, Gaithersburg
- Barbosa ACB, Carneiro PLS, Malhado CHM, Affonso PDM, Carneiro JCS, da Rocha LG, Carneiro J (2011) Desempenho e avaliação sensorial de duas linhagens de tilápia do Nilo. Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- Biazussi, B.R. (2016). Avaliação do efeito do jateamento profilático com diferentes pós abrasivos na superfície de componentes de próteses sobre implante: Estudo *in vitro*. Trabalho de Conclusão de Curso. Available at: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/163923/TCCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bourne MC. (2002). Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd ed. New York, NY: Academic Press.
- Brande, M. Da R.; Santos, D. F. L.; Fialho, N. S.; Proença, D. C.; Ojeda, P. G.; Godói, F. C. M.; Roubach, R.; Bueno, G. W. (2023) Economic and financial risks of commercial tilapia cage culture in a neotropical reservoir. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. e16336.
- Bramley, C., Biénabe, E., & Kirsten, J.F. (2009). The Economics of Geographical Indications: Towards a Conceptual Framework for Geographical Indication Research in Developing Countries. **WIPO**. Available at:

[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_1012-chapter4.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1012-chapter4.pdf). Accessed February, 10 2024.

- Brazil. (1999). Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa no 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes: sal e salmoura. Brasília, Brazil: D.O.U
- Bruch L, Cerdan C, Locatelli L, Copetti M, Lima da Silva, A (2009) Indicação geográfica de produtos agropecuários: Aspectos legais, importância histórica e atual. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2013103760>
- Carls, S. (2020). Brazilian GIs Landscape: From the TRIPS Commitments to the Real World, What Was Achieved, What Is Yet to be Faced?. GRUR International, [s. l.], v. 69, n. 9, p. 902–917. <https://doi.org/10.1093/grurint/ikaa103>.
- Chen, D.-W., & Zhang, M. (2007). Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Food Chemistry*, 104(3), 1200–1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.042>.
- Claret, A., Guerrero, L., Aguirre, E., Rincón, L., Hernández, M. D., Martínez, I., Benito Peleteiro, J., Grau, A., & Rodríguez-Rodríguez, C. (2012). Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. *Food Quality and Preference*, 26(2), 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.05.006>.
- CODEVASF (2019) Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede. 3.ed. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 80p.
- Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013), método 45. MA-009 HPLC - White Ja, Hart Rj, Fry Jc. An Evaluation of The Waters Pico-Tag System For The Amino-Acid-Analysis of Food Materials. *Journal of Automatic Chemistry* 8(4): 170-177 oct-dec 1986.
- Cyprian, O., Lauzon, H. L., Jóhannsson, R., Sveinsdóttir, K., Arason, S., & Martinsdóttir, E. (2013). Shelf life of air and modified atmosphere-packaged fresh tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets stored under chilled and superchilled conditions. *Food Science & Nutrition*, 1(2), 130–140. <https://doi.org/10.1002/fsn3.18>

- FAO. (2023). Fishery and Aquaculture Statistics. Global production by production source 1950-2019 (FishstatJ). In: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated 2023. [https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/aquaculture/aquaculture\\_value](https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/aquaculture/aquaculture_value). Accessed on: February 6, 2024.
- FAO. (2022). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. [S. l.]: FAO.
- Ferreira, M. W., Bressan, M. C., Souza, X. R. de, Vieira, J. O. e, Faria, P. B., & Andrade, P. L. (2007). Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757). *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 798–803. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300029>
- Fialho, N. S.; Valenti, W. C.; David, F. S.; Godoy, E. M.; Proença, D. C.; Roubach, R.; Wolff Bueno, G. (2021). Environmental sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a neotropical region. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 129, p. 108008.
- Fonseca, G. G., Cavenaghi-Altemio, A. D., de Fátima Silva, M., Arcanjo, V., & Sanjinez-Argandoña, E. J. (2013). Influence of treatments in the quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Food Science & Nutrition*, 1(3), 246–253. <https://doi.org/10.1002/fsn3.33>
- Galvão JA, Oetterer M (2014) Qualidade e processamento de pescado. 1st ed. Rio de Janeiro, Brazil: Elsevier.
- Giacomini, P., (2008). Use of the dairy records database to establish benchmarks and estimates for potential economic improvements of individual herds. Proceedings of the 36th ICAR Biennial Session, ICAR Technical Series No. 13, Niagara Falls, USA, 221-225.
- Girard, S. (2022). Can Geographical Indications promote sustainable shellfish farming? The example of Bay of Mont-Saint-Michel mussels. *Marine Policy*, [s. l.], v. 135.
- Godoi FCM (2021) Benchmarking Zootecnico e Viabilidade Bioeconômica de Variedades Comerciais de Tilápia Produzidas em Tanques-Rede para o Mercado Atacadista de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Gryschek, S. F. B.; Oetterer, M.; Gallo, C. R. (2003). Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and red tilapia *Oreochromis* spp. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Binghamton, 12 (3): 57-69, 2003.

- Hagen Sr, Frost B, Augustin J. (1989) Precolumn Phenylisothiocyanate Derivatization And Liquid-Chromatography of Amino-Acids in Food. *Journal of The Association of Official Analytical Chemists* 72 (6): 912-916 Nov-Dec1989.
- IBGE (2023). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal 2021 and 2022. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. Accessed on: January 24, 2024.
- ISO 17410:2001. (2001). Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 4833-2:2013. (2013). Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 2: colony count at 30 degrees C by the surface plating technique. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Khalafalla, F. A., Ali, F. H. M., & Hassan, A.-R. H. A. (2015). Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.02.005>
- Kulawik, P., Migdał, W., Tkaczewska, J., & Özoğul, F. (2016). Assessment of Color and Sensory Evaluation of Frozen Fillets from Pangasius Catfish and Nile Tilapia Imported to European Countries. *International Journal of Food Properties*, 19(7), 1439–1446. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079790>
- Larsen E (2003) Traceability in fish processing. In Lees, M. (ed.) *Food authenticity and traceability*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, p. 507-517.
- Le Guerroué JL (2020) Um freio ao desenvolvimento das indicações geográficas: o desconhecimento dos consumidores. *Brazilian Journal of Development*, 6(8): 59013-59021.
- Lehner, B.; Liermann, C. R.; Revenga, C.; Vörösmarty, C.; Fekete, B.; Crouzet, P.; Döll, P.; Endejan, M.; Frenken, K.; Magome, J.; Nilsson, C.; Robertson, J. C.; Rödel, R.; Sindorf, N.; Wisser, D. (2011). High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. 494–502.

- Listrat, A., Lebre, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B., & Bugeon, J. (2016). How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *The Scientific World Journal*, 2016, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2016/3182746>
- Lovatto, P.A., Lehnen, C.R., Andretta, I., Carvalho, A.D., Hauschild, L., (2007). Meta-analysis in scientific research: a methodological approach. *Brazil. J. Animal Sci.* 36, 285–294. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000026>.
- Lucas B, Sotelo A (1980) Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods, *Analytical Biochemistry*, Volume 109, Issue 1,1980, Pages 192-197, ISSN 0003-2697, [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(80\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(80)90028-7).
- Maciel EDS, Savay-da-Silva LK, Vasconcelos JS, Sonati JG, Galvão JA, Lima LKFD, Oetterer M (2013) Relationship between the price of fish and its quality attributes: a study within a community at the University of São Paulo, Brazil. *Food Science and Technology*, 33(3): 451-456.
- Mcdougall, R., (2012). Why benchmarking is important. *Proceedings of the 2012 London Swine Conference*, London, Canada. 59-60.
- Milano, M. Z.; Cazella, A. A. (2021) Environmental effects of geographical indications and their influential factors: A review of the empirical evidence. **Current Research in Environmental Sustainability**, [s. l.], v. 3, p. 100096.
- Morais, C. A. R. S., Santana, T. P., Santos, C. A., Passetti, R. A. C., Melo, J. F. B., de Assis Fonseca de Macedo, F., Vieira, J. S., Teixeira, A. J. C., & Del Vesco, A. P. (2020). Effect of slaughter weight on the quality of Nile tilapia fillets. *Aquaculture*, 520, 734941. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734941>
- Nogueira MG, Neves GP, Naliato DAO (2012) Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil, *Hydropower - Practice and Application*, Dr. Hossein Samadi-Boroujeni (Ed.), ISBN: 978-953-51-0164-2, InTech. <https://doi.org/10.5772/31829>.
- Nunes Filho IB (1994) Controle sanitário do pescado. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 25 f. Available at:

<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/36805/639.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Oetterer M, Galvão JA, Savay-da-Silva LK (2012) Os desafios para manter o pescado fresco e com qualidade gastronômica. *Visão Agrícola*, 8(11): 128-130.

Oliveira, N. de M. S., Oliveira, W. R. M., Nascimento, L. C., Silva, J. M. S. F. d, Vicente, E., Fiorini, J. E., & Bressan, M. C. (2008). Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 83–89. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100013>

Ou, C., Tsay, S., Lai, C., & Weng, Y. (2002). Using Gelatin-Based Antimicrobial Edible Coating To Prolong Shelf-Life Of Tilapia Fillets. *Journal of Food Quality*, 25(3), 213–222. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2002.tb01020.x>

Peixe BR (2020) Tilápia brasileira é melhor e mais nutritiva. Anuário 2020 Peixe BR da Piscicultura, p. 120 - 121, 17 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.

Reddy, N. R., Villanueva, M., & Kautter, D. A. (1995). Shelf Life of Modified-Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets Stored under Refrigeration and Temperature-Abuse Conditions. *Journal of Food Protection*, 58(8), 908–914. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.8.908>

Rolim, G.S., Camargo, M.B.P., Lania, D.G., Moraes, J.F.L., (2007). Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia* 66 (4), 711–720. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>.

Roriz, G. D.; Delphino, M. K. De V. C.; Gardner, I. A.; Gonçalves, V. S. P. (2017). Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil. **Aquaculture Reports**, [s. l.], v. 6, p. 43–48.

SEBRAE (2020) INDICAÇÃO GEOGRÁFICA TILÁPIA DO OESTE DO PARANÁ. Avaliação do Potencial de IG para a Tilápia do Oeste do Paraná, 19p. Available at: <https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2021/10/DIAGN%C3%93STICO-PR-Til%C3%A1pia-do-Oeste-do-Paran%C3%A1-FINAL.pdf>. Accessed: Jan 20, 2024.

SEBRAE (2022) INDICAÇÃO GEOGRÁFICA AMAZONAS. Avaliação do Potencial de IG para o Cacaú do Amazonas, 14p. Available at: <https://datasebrae.com.br/wp->

<content/uploads/2021/10/DIAGN%C3%93STICO-Cacau-do-Amazonas-1.pdf>.

Accessed: Jan 20, 2024.

- Shumilina E, Slizyte R, Mozuraityte R, Dikiy A (2017) Monitoring of quality changes in salmon and salmon rest raw materials by NMR. Springer International Publishing: Cham, Germany, 1-16.
- Shumilina, E. ; Bueno, G. W. ; Fialho, N. S. ; Nakata, G. M. ; Nakata, M. Y. (2020). O terruá da tilápia brasileira!. *Panorama da Aquicultura*, p. 58 - 63, 06 jul. 2020.
- Shumilina, E.; Slizyte, R.; Mozuraityte, R.; Dykyy, A.; Stein, T. A.; Dikiy, A. (2016). Quality changes of salmon by-products during storage: Assessment and quantification by NMR. *Food Chemistry*, [s. l.], v. 211, p. 803–811. Disponível em: Acesso em: 28 maio 2023.
- Soares MCS, Marinho MM, Huszar VLM, Branco CWC, Azevedo SMFO (2008) The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 13(4): 257-269. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1770.2008.00379.x>
- Socol, M. C. H., Oetterer, M., Gallo, C. R., Helena, M., Spoto, F., & Biato, D. O. (2005). *Effects of Modified Atmosphere and Vacuum on the Shelf Life of Tilapia (Oreochromis niloticus) Fillets* *Efeitos da Atmosfera Modificada e do Vácuo sobre a Vida Útil de Filés de Tilápia (Oreochromis niloticus)*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:38362375>
- Souza, M. L. R. de, Baccarin, A. E., Viegas, E. M. M., & Kronka, S. do N. (2004). Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1), 27–36. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100005>
- Valente MER, Perez R, Ramos AM, Chaves JBP (2012) Indicação geográfica de alimentos e bebidas no Brasil e na União Europeia. *Ciência Rural*, 42: 551-558.
- Valenti, W. C.; Barros, H. P.; Moraes-Valenti, P.; Bueno, G. W.; Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, [s. l.], v. 19, p. 100611.

- Valenti, W. C.; Kimpara, J. M.; Preto, B. De L.; Moraes-Valenti, P. (2018). Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 88, p. 402–413.
- van Zwieten, P.A.M.; Béné, C.; Kolding, J.; Brummett, R.; Valbo-Jørgensen, J., eds. (2011). Review of tropical reservoirs and their fisheries – The cases of Lake Nasser, Lake Volta and Indo-Gangetic Basin reservoirs. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 557. Rome, FAO. 2011. 148 pp.
- Vázquez-Sánchez D, García EES, Galvão JA, Oetterer M (2020) Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(3): 307-319.
- Viana, F. M., Canto, A. C. V. da C. S., Monteiro, M. L. G., Pereira, A. P. A. de A. S., Rodrigues, B. L., & Adam Conte-Junior, C. (2020). Instrumental color and oxidative stability of light and dark muscles of Nile tilapia. *Ciência Rural*, 50(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200287>
- WIPO (2021) Geographical Indications: An Introduction, 2<sup>nd</sup> edition. Available at: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_952\\_2021.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_952_2021.pdf). Accessed on February, 10 2024.
- WTO (1994) Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights as Amended by the 2005 Protocol Amending the TRIPS Agreement (Annex 1C – Article 22). World Trade Organisation: Geneva, Switzerland, 1994. Available at: [https://www.wto.org/english/docs\\_e/legal\\_e/trips\\_e.htm#art22](https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/trips_e.htm#art22). Accessed February, 10 2024.
- Xie, X., Zhai, X., Chen, M., Li, Q., Huang, Y., Zhao, L., Wang, Q., & Lin, L. (2023). Effects of frozen storage on texture, chemical quality indices and sensory properties of crisp Nile tilapia fillets. *Aquaculture and Fisheries*, 8(6), 626–633. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.11.007>

## CAPÍTULO III

# Denominação de Origem Geográfica da *Oreochromis niloticus* criada em tanque-rede no reservatório de Chavantes, São Paulo, Brasil: Caderno de Especificações Técnicas e Registro da Indicação Geográfica no INPI

Depositante junto ao INPI: Associação de Piscicultores da Região de Chavantes

Autores: Naor Silveira Fialho<sup>1</sup>; Tavani Rocha Camargo<sup>1</sup>; Guilherme Wolff Bueno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Aquicultura (Caunesp), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Registro, São Paulo, Brasil.

## RESUMO

Este estudo aplica-se no segmento do agronegócio, em específico no setor da produção e indústria da aquicultura. Neste são apresentadas informações técnicas e científicas sistematizadas e integradas aos métodos que descrevem características da criação em tanques-rede da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no rio Paranapanema, reservatório de Chavantes para registro da indicação geográfica (IG) junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). O estudo apresenta uma estrutura que permite o registro da IG para tilápia produzida nestas condições de cultivo e traz aspectos e fatores para o processamento de pedidos e petições necessários para compor o pedido de Registro de Denominação de Origem (DO) do INPI. Considerasse como denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos. Assim, este protocolo apresenta métodos e padrões para este caso aplicado para criação de tilápia de Chavantes, de modo que o registro possa conferir o direito de exclusividade do uso da IG aos produtores ou prestadores de serviço que se encontram na área delimitada, podendo os mesmos em associação efetivar o registro. Este trabalho desenvolveu o Caderno de Especificações Técnicas e o Dossiê de Comprovação do nexos casual entre o meio geográfico e as qualidades do filé fresco da tilápia de Chavantes que auxiliarão os produtores na obtenção do D.O. “Tilápia Chavantes”. Além do registro, auxiliará a cadeia para estabelecer padrões de controle da qualidade do produto final. Os resultados e produtos obtidos demonstram que a D.O. e os protocolos elaborados auxiliam gestores e produtores aquícolas no planejamento e ordenamento da atividade de modo responsável, agregando valor e competitividade ao pescado.

**PALAVRAS-CHAVE:** aquicultura; certificação; origem geográfica; *Oreochromis niloticus*.

## ABSTRACT

This study applies to the agribusiness segment, specifically in the production sector and aquaculture industry. This presents technical and scientific information systematized and integrated with the methods that describe characteristics of the creation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in net cages in the Paranapanema river, Chavantes reservoir for registration of the geographical indication (GI) with the National Property Institute Industrial (INPI). The study presents a structure that allows the registration of the GI for tilapia produced under these cultivation conditions and brings aspects and factors for the processing of requests and petitions necessary to compose the request for Registration of Denomination of Origin (DO) from INPI. Consider as a designation of origin the geographical name of a country, city, region or locality in its territory, which designates a product or service whose qualities or characteristics are due exclusively or essentially to the geographic environment, including natural and human factors. Thus, this protocol presents methods and standards for this case applied to the creation of Chavantes tilapia, so that the registration can grant the exclusive right to use the GI to producers or service providers who are in the delimited area, and they can in association to carry out the registration. This work developed the Technical Specifications Booklet and the Dossier of Proof of the causal link between the geographic environment and the qualities of the fresh Chavantes tilapia fillet that will help producers in obtaining the D.O. "Tilapia Chavantes". In addition to registration, it will help the chain to establish quality control standards for the final product. The results and products obtained demonstrate that D.O. and the protocols developed help aquaculture managers and producers in planning and organizing the activity in a responsible manner, adding value and competitiveness to the fish.

**Keywords:** aquaculture; certification; geographic origin; *Oreochromis niloticus*.

# 1. INTRODUÇÃO

A valorização e reconhecimento de produtos oriundos de áreas específicas do território nacional impulsiona a economia do Brasil (Le Guerroué, 2020; Siewert & Aveni, 2020). O país, com uma área de 8.514.876 km<sup>2</sup> de território, apresenta uma enorme diversidade de produtos com diferentes aspectos relacionados às regiões produtoras (Bruch & Cerdan, 2009; Le Guerroué, 2020; Valente *et al.*, 2012). Esses diferenciais, englobam aspectos relacionados à cultura e história, além de aspectos sociais, ambientais e econômicos das regiões que produzem alguns produtos com qualidades particulares, atribuíveis à sua origem geográfica (Le Guerroué, 2020). Dessa forma, as Indicações Geográficas (IG) são um dos instrumentos de proteção à Propriedade Intelectual que podem ser utilizados como ferramentas efetivas para impulsionar atividades econômicas de origem tradicional e contribuir para o desenvolvimento de uma determinada região do país (Bruch & Cerdan, 2009; Le Guerroué, 2020; Valente *et al.*, 2012). As IG são divididas em duas espécies, Indicação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO).

De acordo com o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), em 2021 foram aprovadas 88 IG brasileiras, sendo a maioria localizada no Sudeste do Brasil. A maior parte dos produtos são derivados da agropecuária e do manejo de recursos naturais como queijos, vinhos, cachaças, cafés, carnes e outros (Le Guerroué, 2020). As IG agregam valor aos produtos regionais, aumentando a produção e sua qualidade (Valente *et al.*, 2012). Assim, a valorização de produtos oriundos de áreas específicas do território nacional pode beneficiar os aspectos sociais, econômicos e ambientais da produção.

A valorização de produtos de origem geográfica também é uma questão importante no setor de aquicultura do país. Segundo levantamento da Associação Brasileira da Piscicultura, em 2021, a piscicultura brasileira produziu 841.005 toneladas de peixes, sendo que a produção de tilápia cresceu 4.7% em relação à 2020. Entretanto, um dos fatores limitantes para expansão da piscicultura no Brasil é o controle da qualidade do produto, uma vez que os consumidores estão cada vez mais conscientes (Galvão & Oetterer, 2014). O mercado consumidor também tem questionado a sustentabilidade dos sistemas de produção destes produtos, como por exemplo a sustentabilidade ambiental (Fialho *et al.*, 2021). Dessa maneira, há uma demanda crescente por certificação, identificação de origem e rastreabilidade dos processos de

produção na cadeia do pescado. Assim, observa-se a necessidade de buscar metodologias usuais que possam distinguir origem geográfica e o método de produção, proporcionando produtos com atributos de qualidade (Moretti et al., 2003; Maciel et al., 2013; Shumilina et al., 2018; Vázquez-Sánchez et al., 2020).

Além disso, para atingir maior competitividade em mercados mais exigentes, produtos diferenciados que apresentam selos e certificações podem agregar valor ao preço final. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo a produção da documentação necessária para registro de Indicação Geográfica na espécie de Denominação de Origem do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida em sistema de tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Chavantes, São Paulo. Foram aplicados protocolos que garantem identificar os principais atributos de qualidade e composição nutricional do filé de tilápia e onexo casual entre o meio geográfico e esses atributos. O uso deste protocolo pela indústria de pescado permitirá o reconhecimento da qualidade e sabor distinto do produto, de acordo com sua DO, para classificar diferenças em relação a produção, clima, manejo e composição metabólica.

Esses protocolos permitem definir os produtos da tilápia como exclusivos devido a característica específica deste produto no meio geográfico. Assim, foi elaborado a DO “Filé de tilápia Chavantes” para certificar o terruá do filé fresco de tilápia, específico para empreendimentos comerciais que se localizam no Reservatório de Chavantes. O trabalho foi redigido segundo as normas do INPI para submissão de pedido de Indicação Geográfica.

## **2. ESTADO DA ARTE, ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS**

A Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (Lei da Propriedade Industrial - LPI), no parágrafo único do art. 182, determina que “O INPI estabelecerá as condições de registro das indicações geográficas.” (Brasil, 1996). Têm-se então a publicação da Portaria INPI nº 4, de 12 de janeiro de 2022, que estabelece as condições para o registro das Indicações Geográficas, dispõe sobre a recepção e o processamento de pedidos e petições e sobre o Manual de Indicações Geográficas (INPI, 2022). Em 12 de janeiro de 2023, foi publicada a 2ª revisão do Manual de Indicações Geográficas (INPI, 2023). O Manual tem por finalidade consolidar diretrizes e procedimentos de exame de Indicações

Geográficas (IG), bem como instruções para a formulação de pedidos de registro e acompanhamento de processos no INPI.

Indicação Geográfica (IG) é um instrumento de propriedade industrial que busca distinguir a origem geográfica de um determinado produto ou serviço. Conforme disposto no art. 176 da LPI (Brasil, 1996), constitui IG a Indicação de Procedência (IP) ou a Denominação de Origem (DO). Dessa forma, a IG é dividida em duas espécies, definidas nos arts. 177 e 178 da LPI, onde considera-se **indicação de procedência** o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço. E considera-se **denominação de origem** o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

A IP protege o nome geográfico que se tornou conhecido por conta de um produto ou serviço. A DO pressupõe que as qualidades ou características de uma determinada área geográfica, incluídos os fatores naturais e humanos, influenciam exclusiva ou essencialmente um produto ou serviço, tipificando-o (INPI, 2023).

O parágrafo único do art. 8º da Portaria INPI nº 4/22 dispõe que o registro das IG é de natureza declaratória e implica o seu reconhecimento (INPI, 2022). Dessa forma, a IG não é um processo de criação, mas de reconhecimento de uma situação jurídica pré-existente, por meio do qual o INPI protege um nome geográfico. O registro confere ainda o direito de exclusividade do uso da IG aos produtores ou prestadores de serviço que se encontram na área delimitada, desde que sigam o estipulado no caderno de especificações técnicas e se submetam ao controle definido para o uso da IG.

## **2.1. Denominação de Origem (DO)**

Para o registro de uma DO, é necessário que as qualidades ou características do produto ou serviço designado pela IG se devam exclusiva ou essencialmente às peculiaridades do meio geográfico, incluídos os fatores naturais e humanos (INPI, 2023). É indispensável a comprovação de que as qualidades ou características dos produtos ou serviços sofrem influência tanto de fatores naturais quanto humanos, ainda que um deles seja predominante. Estando ausente um desses fatores, não é possível caracterizar a DO.

Considerando o disposto no §5º do art. 9º da Portaria INPI nº 4/22 (INPI, 2022), entende-se por:

- **Fatores naturais** – elementos do meio geográfico relacionados ao meio ambiente, como solo, relevo, clima, flora, fauna, entre outros, que influenciam as qualidades ou características de produtos ou serviços de uma determinada área geográfica, diferenciando-os de outros oriundos de área geográfica distinta.
- **Fatores humanos** – elementos característicos da comunidade produtora ou prestadora do serviço, como o saber-fazer local, incluindo o desenvolvimento, a adaptação ou o aperfeiçoamento de técnicas próprias atreladas à cultura e à tradição da localidade. É o modo de fazer único dos produtores e prestadores de serviço que se encontram no território, isto é, o conhecimento acumulado pela população local, passado de geração em geração.
- **Qualidades** – atributos tecnicamente comprováveis e mensuráveis do produto ou serviço, ou de sua cadeia de produção ou de prestação de serviços.
- **Características** – atributos físicos, particulares e típicos, vinculados aos traços ou propriedades inerentes do produto ou serviço, podendo ainda ser advindos do modo como o produto é extraído, produzido ou fabricado, ou do modo como o serviço é prestado.

### 2.1.1 Exemplos de registros de DO

A tabela 1 apresenta as duas DO registradas na área de pescadao (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/listaigs>.)

**Tabela 1** Denominação de Origem registradas na área de pescadao no Brasil.

<b>Nome Geográfico</b>	<b>Descrição</b>
	Localizada no Ceará, a DO comprovou a intrínseca ligação do camarão marinho com a região, que possui solo e água característicos que favorecem a presença de microrganismos específicos que servem de alimento a esse animal. Essa alimentação natural, juntamente com a ação humana, por meio de técnicas de manejo adequadas,

---

**Camarão Marinho**  
(*Litopenaeus*  
*vannamei*):  
Costa Negra, Ceará

conferem ao camarão características diferenciadas como alto teor proteico e sabor adocicado (INPI, 2010).

Camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei* cultivados em cativeiro. Para ter a denominação de origem, o camarão precisa ser produzido a partir de larvas cultivadas na região. Com as melhorias no processo, o crustáceo chega ao mercado com até 50 gramas e 11 centímetros.

A região da Costa Negra, localizada no Ceará, possui uma ligação intrínseca com o camarão marinho devido às características do solo e da água que favorecem a presença de microrganismos específicos, alimentação natural e técnicas de manejo adequadas. O camarão cultivado na região, conhecido como Costa Negra, tem alto teor proteico, sabor adocicado e desempenho superior em comparação com outros camarões de cultivo. As características do solo, como sedimentos orgânicos, planícies de maré e solos sódicos, favorecem a construção de viveiros para a carcinicultura. A água utilizada nos viveiros é obtida de fontes naturais, como o rio Acaraú e o mar, e sua qualidade é controlada para evitar contaminação. Os microrganismos presentes nos viveiros, incluindo bactérias autotróficas e heterotróficas, fitoplâncton e diatomáceas, desempenham papéis importantes no ciclo do nitrogênio, qualidade da água e desenvolvimento dos camarões. A alimentação natural do camarão na região é composta principalmente por microalgas, diatomáceas, cianofíceas, entre outros. As características do solo e da água da Costa Negra, juntamente com a abundância de biomassa, influenciam na qualidade do camarão, proporcionando maior teor proteico, cor e sabor distintos. (RPI nº 2119, de 16 de agosto de 2011) (INPI, 2010).

---

---

**Pirarucu** (*Arapaima gigans*): Mamirauá, Amazonas

O pirarucu de Mamirauá, encontrado na região de várzea da Amazônia, possui uma maior concentração de ômega 3 devido à sua alimentação diversificada, que inclui peixes, moluscos, crustáceos e macrófitas. Sua coloração avermelhada intensa é resultado do consumo de moluscos locais (Fator Natural). A carne do pirarucu é saborosa, suave e levemente adocicada, com aroma agradável e textura boa, suculenta, firme e resistente. O manejo sustentável do pirarucu, com boas práticas de pesca, abate e pré-beneficiamento, influencia significativamente na qualidade final do produto (Fator humano). Fatores naturais, como a dieta específica e a migração do pirarucu na região, contribuem para o alto teor de ômega 3 e a formação de colágeno, conferindo textura firme e sabor suave à carne. O aroma agradável é resultado da ausência de um composto chamado óxido de trimetilamina. A pigmentação vermelha diferenciada é adquirida pela ingestão de moluscos, que se alimentam de vegetais. Essas características fazem do pirarucu de Mamirauá um peixe com alta concentração de proteínas, ômega 3, sabor suave, aroma agradável e textura boa. (Ficha Técnica do Mamirauá) (RPI nº 2636, de 13 de julho de 2021) (INPI, 2021)

---

## **2.2. Critérios e documentação necessária para depósito de pedido de DO**

Na Tabela 2 estão citados os documentos necessários para depositar um pedido de registro de DO no INPI. Este trabalho teve como objetivo principal determinar a qualidade diferencial do produto e comprovar a influência do meio geográfico nessas qualidades. Também foi elaborado uma base do Caderno de especificações técnicas para nortear os produtores na elaboração dele. O mesmo processo foi feito com relação ao instrumento oficial que delimita a área geográfica, uma vez que o mesmo deve ser elaborado por um órgão oficial do governo. Os documentos 1) Requerimento de Indicação Geográfica, 3)

Procuração, 4) Comprovante do pagamento da retribuição correspondente e 5) Comprovação da legitimidade do requerente, estão ligados a realização do pedido no INPI, são de caráter mais burocrático, ligados ao processo do pedido. Esses não estão presentes neste trabalho.

**Tabela 1.** Documentação necessárias para depósito de pedido de registro de Denominação de Origem no INPI.

Documentos	Descrição
1) Requerimento de Indicação Geográfica	O Requerimento de Indicação Geográfica deve ser preenchido pelo requerente do pedido de registro e é gerado automaticamente como formulário eletrônico na plataforma do Sistema e-IG no momento de solicitação do pedido.
2) Caderno de especificações técnicas	O Caderno de Especificações Técnicas, antigo Regulamento de Uso, é o documento elaborado pelos produtores ou prestadores de serviço, estabelecidos no local ou região, que descreve as características do produto ou serviço, a forma de obtenção do produto ou da prestação de serviço e os mecanismos de controle, como condição do uso da Indicação Geográfica (IG) a ser reconhecida pelo INPI
3) Procuração	A procuração é o documento que o requerente elege um procurador para representar legalmente seus interesses junto ao INPI. A constituição de procurador é opcional para requerentes brasileiros.
4) Comprovante do pagamento da retribuição correspondente	O comprovante do pagamento da retribuição é obrigatório e deve ser apresentado por todos os requerentes.
	A comprovação da legitimidade para se requerer um registro de IG dependerá do perfil do requerente, ou seja, se esse é uma entidade

5) Comprovação da legitimidade do requerente	que possa atuar como substituto processual ou se é um único produtor ou prestador de serviço estabelecido na área geográfica delimitada, podendo ser pessoa física ou jurídica.
6) Documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço, no caso de DO;	O requerente deve apresentar documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço.
7) Instrumento oficial que delimita a área geográfica; e	É o instrumento oficial o documento que delimita o território em que devem estar estabelecidos os produtores ou prestadores de serviço que utilizarão a IG.
8) Representação da IG.	A inclusão de representação da IG é opcional. Caso o requerente opte por utilizá-la, a mesma deve ser inserida como imagem no formato JPG durante o peticionamento eletrônico.

### 2.2.1. Caderno de Especificações Técnicas

De acordo com o INPI, o caderno de especificações é um dos documentos mais importantes para o registro da D.O., sendo que o caderno deve refletir a realidade e as características da indicação geográfica a ser protegida. Os requisitos mínimos que devem constar no caderno de especificações técnicas são:

a) **Nome geográfico:** Deve-se identificar o nome geográfico ou o seu gentílico, que poderá vir acompanhado do nome do produto ou serviço. Esse nome deve estar associado à identidade local, corresponder a uma memória coletiva e dizer algo sobre o lugar que ele denomina.

b) **Descrição do produto:** A descrição do produto deve detalhar suas principais características físicas, químicas, organolépticas, a matéria-prima utilizada e demais informações que imprimem diferencial ao produto da IG. Na descrição de produto ou serviço designado pela DO, é importante destacar as suas qualidades ou características exclusivas ou essenciais que se devam ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos.

c) **Delimitação da área geográfica:** A delimitação da área geográfica deve estar de acordo com o Instrumento Oficial, fazendo uso das normas do Sistema Cartográfico Nacional.

d) **Descrição das qualidades ou características do produto ou serviço:** neste deve ser apresentada as características de exclusividade ou essencialmente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos, e seu processo de obtenção ou prestação, para pedidos de registro de D.O.: trata-se da descrição e sistematização da produção ou da prestação de serviço que já é realizada na prática pelos próprios produtores ou prestadores de serviço. Devem ser detalhadas as qualidades ou características do produto ou serviço que se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos. Deve ser descrito, ainda, o processo de obtenção do produto ou de prestação do serviço objeto da D.O. A descrição deve ser sucinta para as etapas consideradas genéricas e detalhada para as etapas em que o meio geográfico de fato influencia exclusiva ou essencialmente nas qualidades ou características do produto ou serviço. A descrição de todas as etapas da produção ou da prestação de serviço cria um modelo a ser reproduzido.

e) **Descrição do mecanismo de controle sobre os produtores ou prestadores de serviços que tenham o direito ao uso da Indicação Geográfica:** a descrição do mecanismo de controle sobre os produtores ou prestadores de serviço deve estabelecer a identificação e registro dos mesmos dentro da área delimitada, que estão aptos, legal e formalmente, a comercializar os seus produtos ou prestar os serviços como sendo de IG.

f) **Condições e proibições de uso da IG:** deve-se estabelecer as condições para o uso da IG em relação às apresentações do produto ou serviço (rótulos, embalagens, tags), à publicidade ou marketing, no estabelecimento ou na propriedade, de forma institucional pelos produtores ou prestadores de serviço, etc. Deve-se estabelecer as proibições ao uso da IG, atentando principalmente para atos ou formas que causem descrédito, atos de confusão ao consumidor, aproveitamento parasitário e uso indevido, além disso, evitar que o nome geográfico se torne genérico ou de uso comum.

g) **Eventuais sanções aplicáveis:** poderão ser aplicadas eventuais sanções quando não observado o controle ou o uso da IG for feito de forma indevida. As sanções administrativas podem ser: advertência, multa ou suspensão provisória do uso da IG; sendo aplicadas de acordo com a gravidade da infringência. Além das sanções

administrativas, o infrator ainda pode responder no âmbito civil ou penal, em face dos seus atos e prejuízos ocasionados à própria entidade representativa.

### **2.2.2. Documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço, no caso de DO**

Para depositar o pedido de DO, o requerente deve apresentar documentos comprovando a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço. Tal documentação deve conter a descrição:

- a) Do meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos;
- b) Das qualidades ou características do produto ou serviço; e
- c) Do nexo causal entre o meio geográfico e as qualidades ou características do produto ou serviço.

Assim sendo, os documentos apresentados no pedido de D.O. devem comprovar a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço, isto é, a relação de causa e efeito existente entre o meio geográfico e essas qualidades ou características que distinguem o produto ou serviço assinalado pela I.G. Tal comprovação deve ser feita de maneira clara e objetiva. Podem ser anexados ao pedido documentos como teses, dissertações, estudos técnicos, artigos acadêmicos e científicos, entre outros (INPI, 2023).

### **2.2.3. Instrumento oficial que delimita a área geográfica**

No depósito do pedido, é necessário a apresentação de um documento que delimita o território em que devem estar estabelecidos os produtores ou prestadores de serviço que utilizarão a IG. O requerente deve apresentar fundamentação técnica acerca da delimitação geográfica, que varia conforme a espécie de IG requerida. Em se tratando de uma D.O., a delimitação da região fundamenta-se no meio geográfico, ou seja, nos fatores naturais e humanos que imprimem qualidades ou características diferenciais ao produto ou serviço.

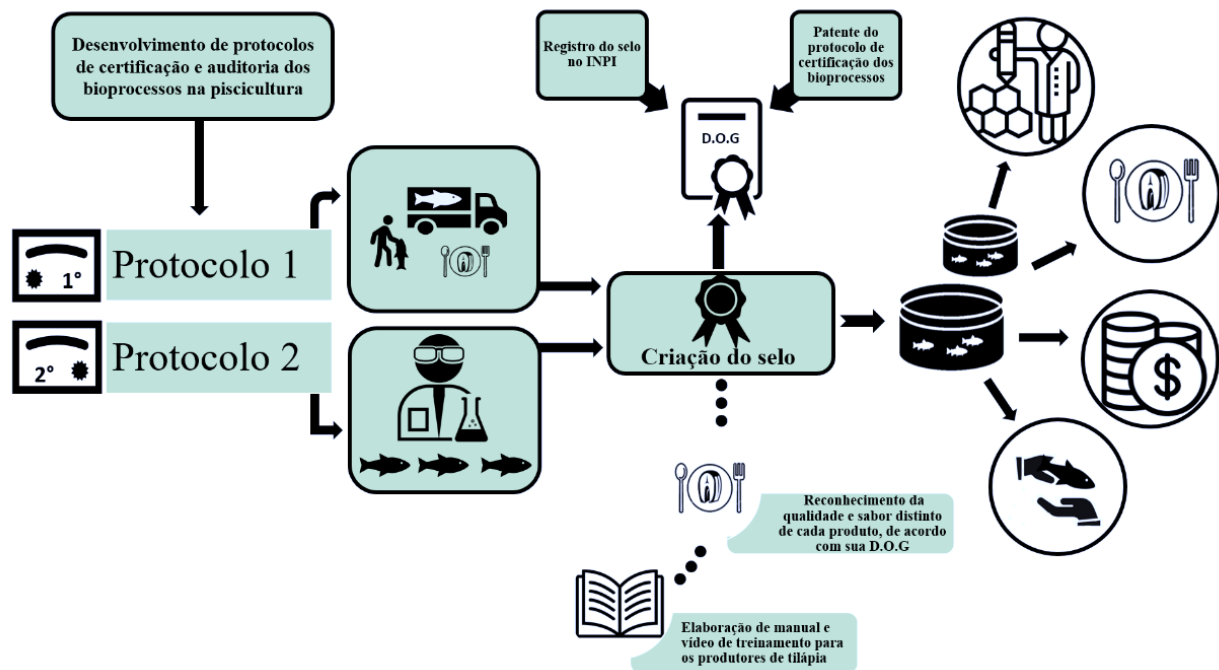
O instrumento oficial que delimita a área geográfica da I.G. deve ser expedido por órgão competente. Tal documento é formulado com base nas informações e estudos prestados pelo requerente do registro da I.G. A área de abrangência da I.G. determinará se a competência de expedição do documento recairá sobre o órgão federal, tal como

um Ministério, ou sobre a Secretaria de Estado afim ao produto ou serviço assinalado pela I.G. Nos casos em que a delimitação geográfica abranja apenas os limites de um único estado, um documento expedido pela Secretaria Estadual ou órgão a ela vinculado será suficiente. No caso da delimitação abranger mais de um estado, total ou parcialmente, a competência recairá sobre o órgão federal ou as entidades vinculadas a ele (INPI, 2023).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração do registro de D.O. no presente trabalho intitulado: “*Filé fresco de tilápia Chavantes*”, visou atender minimamente os critérios para registrar a D.O. junto ao INPI. Dessa forma, realizou uma revisão bibliográfica com 85 artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos que permitiram compor uma base de dados com os principais requisitos para atender aos critérios técnico-científicos necessários para elaborações do caderno de especificações técnicas e dos documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do filé de tilápia visando o registro de D.O. no INPI para esta modalidade de produto aquícola.

Em geral, as qualidades e as características do filé de tilápia produzidas no reservatório de Chavantes foram identificadas, buscando compreender quais peculiaridades se deviam exclusivamente ao meio geográfico, incluídos os fatores naturais e humanos. Para isso, foram aplicados dois protocolos para essa identificação das peculiaridades (Figura 1). O primeiro protocolo com processos que envolvem o manejo e acompanhamento durante a produção da tilápia (*in loco*) para obtenção de informações relacionadas ao meio geográfico, mais especificamente fatores humanos. O segundo protocolo apresenta os bioprocessos e procedimentos analíticos realizados em laboratório para identificação das características do filé fresco. Dados sobre a qualidade da água e a capacidade de suporte também foram levantados, para obtenção de informações relacionadas a fatores naturais. Assim, com os dados obtidos foram elaborados o Caderno de Especificações Técnicas e a Documentação Comprobatória da Influência do Meio Geográfico.



**Figura 1.** Fluxograma do processo elaboração da documentação necessária para registro de Denominação de Origem do Filé de tilápia Chavantes.

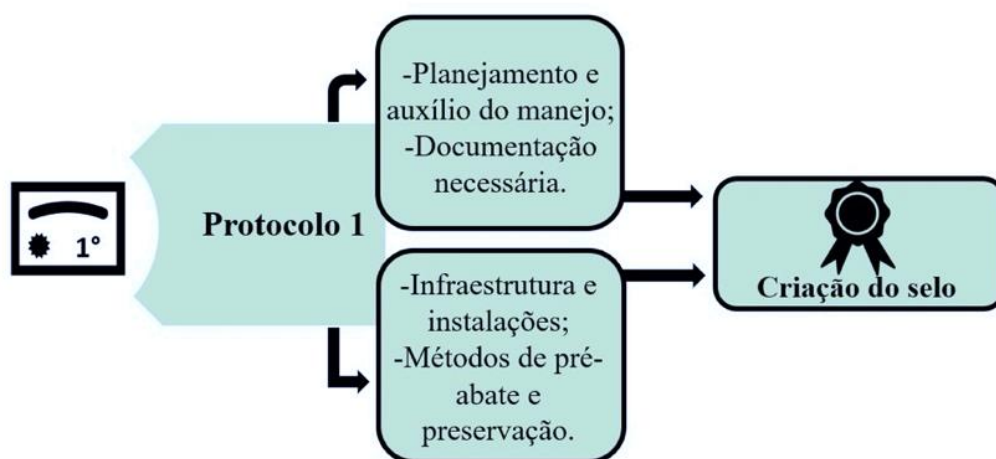
### 3.1 Protocolo 01: Processos de produção: manejo, coleta, transporte e pré-abate

Para realizar a avaliação das características do meio geográfica e sua relação com o produto de interesse para registro de D.O. do filé fresco de tilápia de Chavantes, foram realizadas duas saídas de campo para acompanhar o manejo dos trabalhadores em uma piscicultura comercial com alta produção de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em sistema de tanques-rede grande volume (>40 m<sup>3</sup>) instalados no reservatório de Chavantes, localizado na cidade de Fartura, região do rio Paranapanema, fronteira do estado de São Paulo com o Paraná sob as coordenadas 23° 22' 47.5" S, 49° 35' 14.9" O. O reservatório está localizado na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, possui área de 400 km<sup>2</sup> e clima subtropical úmido (Cfa, segundo classificação climática de Köppen) (Rolim *et al.*, 2007) (Figura 2).



**Figura 2.** Manejo dos trabalhadores na piscicultura. A e B: Despesca e pesagem dos juvenis para povoamento nos tanques rede. C e D: Recepção dos alevinos nos viveiros escavados. Fotos: Tavani R. Camargo.

Durante as visitas técnicas foram coletados dados dos seguintes tópicos: planejamento e auxílio do manejo, documentação necessária, fatores e observações *in loco*, logística e transporte, técnicas e processos internos utilizados na produção, infraestrutura e instalações, métodos de pré-abate e preservação do produto (Figura 3). Adicionalmente, foi analisado os aspectos humanos, incluindo o desenvolvimento, a adaptação ou o aperfeiçoamento de técnicas próprias da piscicultura durante a produção da tilápia neste sistema de cultivo. Essa análise visou identificar o modo de fazer único dos produtores e prestadores de serviço que se encontram no território. Ou seja, o conhecimento acumulado pela empresa, passado de geração em geração, por exemplo, nos métodos de manejo, pré-abate e abate dos animais.

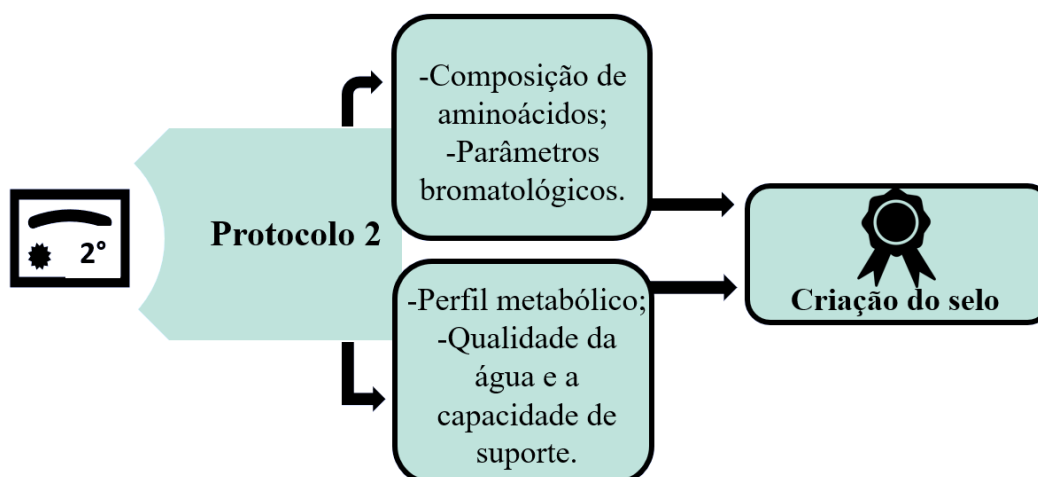


**Figura 3.** Principais tópicos do Protocolo 01 para a obtenção da documentação para registro DO “Filé fresco de tilápia Chavantes”.

### 3.2 Protocolo 02: Bioprocessos: análise dos fatores de qualidade do filé de tilápia

Nesta etapa foram avaliados os fatores de qualidade que permitem destacar compostos presentes no filé de tilápia produzido no reservatório de Chavantes e diferenciar os sabores e as características específicas do pescado (Figura 4). Mensalmente, durante um ciclo de produção (~210 dias) no período de inverno e verão, foram coletadas quatro amostras do filé de tilápia fresco por lote de produção, totalizando 24 amostras. O protocolo de coleta, armazenamento e transporte destas amostras foram adaptados, seguindo o protocolo da Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia (NTNU) proposto por Shumilina *et al.* (2017). As amostras foram armazenadas no Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP em freezer a -20 °C até análise. Foram realizadas análises para a determinação de parâmetros bromatológicos como matéria úmida, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta e energia (AOAC, 2005).

Adicionalmente, as amostras foram analisadas quanto a sua composição de aminoácidos em parceria com o Laboratório CBO de Valinhos - SP. Essas análises foram realizadas com a utilização de espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), para monitorar qualitativa e quantitativamente os metabolitos hidrossolúveis presentes no filé, de acordo com Shumilina *et al.* (2016, 2017).



**Figura 4.** Principais tópicos do Protocolo 02 para a identificação das características distintas do “Filé de tilápia Chavantes”.

### 3.3 Documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades ou características do produto ou serviço, no caso de DO

A confecção do caderno de especificação e a delimitação da área geográfica foi realizada por meio de um levantamento com estudos existentes que comprovem a influência do meio geográfico nas características do produto. Dados sobre a qualidade da água e a capacidade de suporte foram levantados, formando um banco de dados utilizado para a avaliação dos aspectos ambientais (2,2 *gigabytes*). O material utilizado nessa etapa foi extraído de estudos científicos publicados, dissertações e teses que trabalharam na região do Reservatório de Chavantes, também foram utilizadas as informações obtidas nos Protocolos 1 e 2. Atendendo a exigência do INPI para a elaboração do dossiê de notoriedade ou influências do meio geográfico, sendo:

### 3.4 Caderno de Especificações Técnicas

O caderno de especificações é um dos documentos mais importantes para o registro da DO. Ele foi elaborado de maneira a refletir a realidade e as características da indicação geográfica do Filé de Tilápia de Chavantes. Os requisitos mínimos que constam no caderno de especificações técnicas são:

**a) Nome geográfico:** Esse item foi determinado de acordo com a área geográfica e no caso do presente estudo foi o reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes.

**b) Descrição do produto:** O produto foi descrito de acordo com as características encontradas na aplicação do Protocolo 2 e em trabalhos publicados com o filé de tilápia de pisciculturas da Região.

**c) Delimitação da área geográfica:** Estudos prévios no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes foram usados para delimitar a área geográfica.

**d) Descrição das qualidades ou características do produto ou serviço que se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos:** A comprovação de que as qualidades ou características dos produtos ou serviços sofrem influência tanto de fatores naturais quanto humanos foi descrito usando as informações dos protocolos 1 e 2, e do material científico de apoio.

**e) Descrição do mecanismo de controle sobre os produtores ou prestadores de serviços que tenham o direito ao uso da Indicação Geográfica:** O mecanismo de controle visa verificar o atendimento aos requisitos do caderno de especificações técnicas, de modo a assegurar a proteção, o controle e o fortalecimento do renome da DO Filé de Tilápia de Chavantes, sobretudo em atenção aos produtores que tenham efetivo direito ao uso das informações e do "Selo de controle" nos produtos da D.O. Filé de Tilápia de Chavantes. Essa etapa deve ser elaborada por um conselho regulador constituído nos estatutos da entidade (Associação ou Produtor) requerente da D.O. perante o INPI. Esse mecanismo deve estar alinhado ao regimento interno e próprio da entidade. Devido as particularidades institucionais que são debatidas dentro da instituição, essa etapa não foi apresentada no presente trabalho.

**f) Condições e proibições de uso da IG; e g) Eventuais sanções aplicáveis:** As condições de uso e sanções são itens ligados a gestão do registro. Neste trabalho foi apresentada termos gerais para referência, sendo relevante a revisão pela entidade requerente e devidas alterações para abranger possíveis aspectos relevantes não descritos.

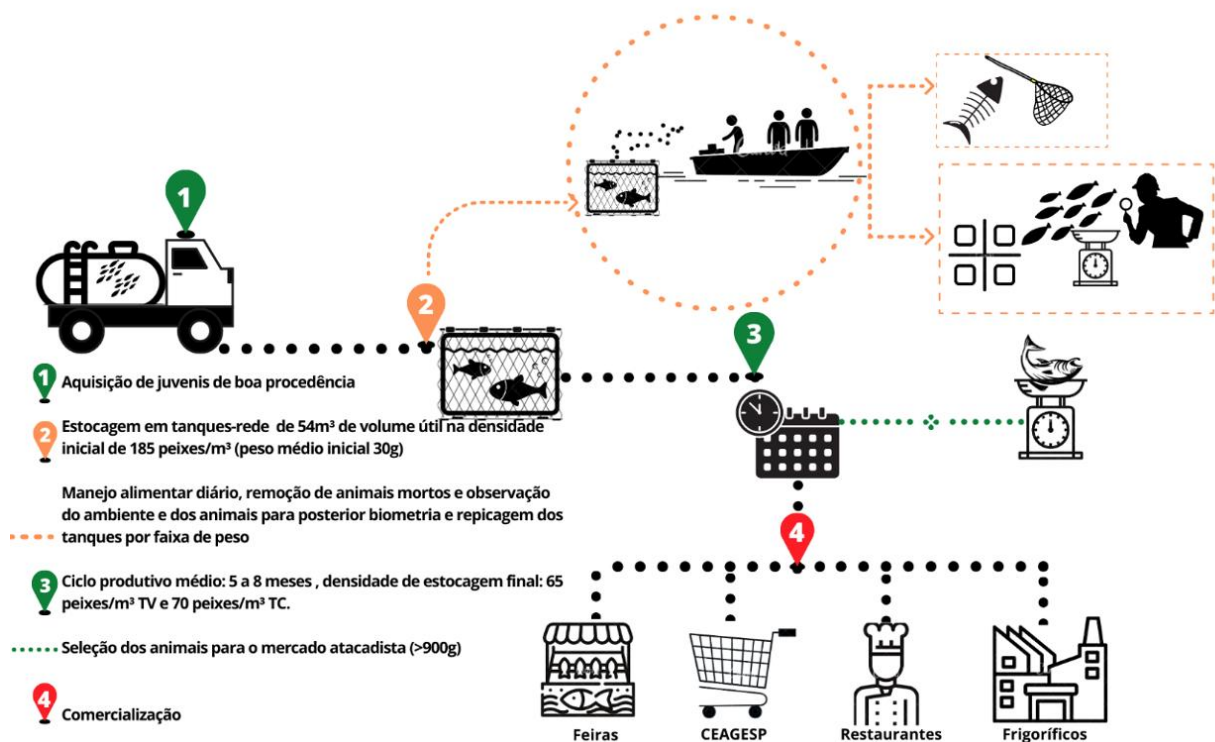
## **4. RESULTADOS E CONFEÇÃO DO CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM “*Filé Fresco de Tilápia Chavantes*”**

Nos itens descritos abaixo, propomos os principais processos e manejos necessários para a obtenção da DO. Além disso, criamos o modelo do caderno de especificação para os produtores registrarem a DO “*Filé de tilápia Chavantes*” junto ao INPI.

### **4.1 Resultados do Protocolo 01: Processos de produção: manejo, coleta, transporte e pré-abate do filé de tilápia**

Segue abaixo os principais itens do processo de produção para o mecanismo de controle sobre os produtores que terão direito ao uso da DO (Figura 5). O protocolo de coleta e transporte dos produtos foram elaborados em conjunto com os pesquisadores parceiros da pesquisa, com especialistas em bem-estar animal e com o orientador supervisor na piscicultura. O objetivo foi adaptar os protocolos de manejo para redigir as normas da D.O., atendendo o especificado pelo INPI sem deixar de priorizar a realidade dos produtores de tilápia. O protocolo foi elaborado visando atender fatores de bem-estar dos animais e do bom estado de conservação dos produtos desde a produção em tanque rede até o consumidor final. Para manter na qualidade do produto final, o controle de higiene e a temperatura de conservação foram fatores priorizados no protocolo.

O processo logístico para produção da tilápia no reservatório de usina hidrelétrica de Chavantes emprega etapas distintas que envolvem desde o recebimento dos alevinos de pisciculturas especializadas, até a aclimação e seleção dos peixes em lotes uniformes, seguindo para o manejo diário e realização de biometrias e vacinação em períodos específicos (Figura 5). Esse manejo permite o desenvolvimento mais homogêneo e controlado dos animais, assegurando um padrão de produto ao mercado atacadista de destino. A seleção e classificação dos peixes, de acordo com o peso corporal, é realizada quando os lotes de produção atingem aproximadamente o peso corporal de 980 g. Dessa forma, é finalizado um ciclo de produção completo em aproximadamente 210 dias.



**Figura 5.** Fluxograma do processo logístico empregado para produção da tilápia: da produção na fazenda até o mercado atacadista de São Paulo. Fonte: Godoi (2021).

Os peixes são despescados dos tanques-rede e encaminhados para transporte (vivos ou resfriados) e destinados para os canais de comercialização de acordo com os contratos firmados pelas pisciculturas junto ao mercado atacadista. Estes incluem frigoríficos, feiras, restaurantes ou entrepostos de comercialização da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Assim, os produtores que fizerem uso da D.O. deverão cumprir os requisitos abaixo e ter documentação comprobatória do cumprimento dos mesmos. Esses requisitos serão revistos pela entidade que será responsável pela D.O. antes de efetuar o depósito do pedido no INPI. A revisão é um passo fundamental para adequar a realidade de todos os produtores interessados para que possam entregar o produto distinto, atendendo os requisitos e usufruindo dos benefícios que o selo D.O. trará. Uma vez que a entidade definir e efetuar o pedido no INPI, estes requisitos passam a ser referência e todos os produtores precisam atendê-los ou se adequar a eles para poder utilizar o selo de D.O.

## **a) Planejamento e manejo**

- *Aquisição alevinos*: Os alevinos de tilápia devem ser comprados com tamanhos que variam de 1 a 1.9g em média. A compra dos alevinos deve ser realizada de fazendas regulamentadas, ou seja, que atenda todas as exigências legais para produção, que tenham controle sanitário e rastreabilidade. É importante tentar manter a compra nos mesmos locais, pois assim mantém-se o padrão dos alevinos.

- *Alevinos e alimentação*: Durante o período de alevino, os animais devem ser alimentados com ração com 50% de proteína bruta por cerca de duas a três semanas. Após esse período, a quantidade deve ser diminuída até atingir 32% de proteína bruta (quando atinge aproximadamente de 5 a 6g).

- *Criação em gaiolas e manuseio*: Os peixes devem ser colocados em gaiolas com um total de 10 a 12 mil peixes/gaiola. A produção de peixes juvenis deve ser feita com densidade de 1.8 kg/m<sup>2</sup>. Assim que um lote atinge 35g de peso médio (significando peixe menor 25g e peixe maior 45g), deve-se iniciar a vacinação. Nessa fase, a mortalidade deve variar entre 5-10%, dependendo da estação. A fase em gaiolas deve ser de 2 a 3 meses em média, considerando que o inverno do estado de São Paulo tem temperaturas mais baixas e pode atrasar consideravelmente o cronograma.

- *Criação nos viveiros e manejo*: Os juvenis devem ser criados em viveiros, uma vez que a água do viveiro tem maiores quantidades de alimento natural para tilápia, diminuindo a quantidade de ração que a fazenda deve fornecer para cada peixe. Dessa forma, é ideal oferecer 0.8kg de ração para ter um aumento de 1kg de biomassa de peixe nos estágios iniciais de seu desenvolvimento. Após atingir 30g de peso médio, os peixes devem ser colocados em gaiolas dentro do reservatório de usina hidrelétrica de Chavantes para adequá-los ao ambiente da gaiola (densidade e estresse). Uma vez totalmente adaptado, os animais devem ser transportados para o local da fazenda onde serão criados. Uma vez na piscicultura, deve-se esperar pelo menos duas semanas até que os animais se recuperem do estresse do transporte e manuseio para serem vacinados. A mortalidade neste estágio não deve ser maior do que 5%. Espera-se produzir de três a quatro ciclos de alevinos completos (variando entre 1-1.9g a 30g) por ano, considerando que o inverno do estado de São Paulo tem temperaturas mais baixas e pode aumentar a duração dos ciclos.

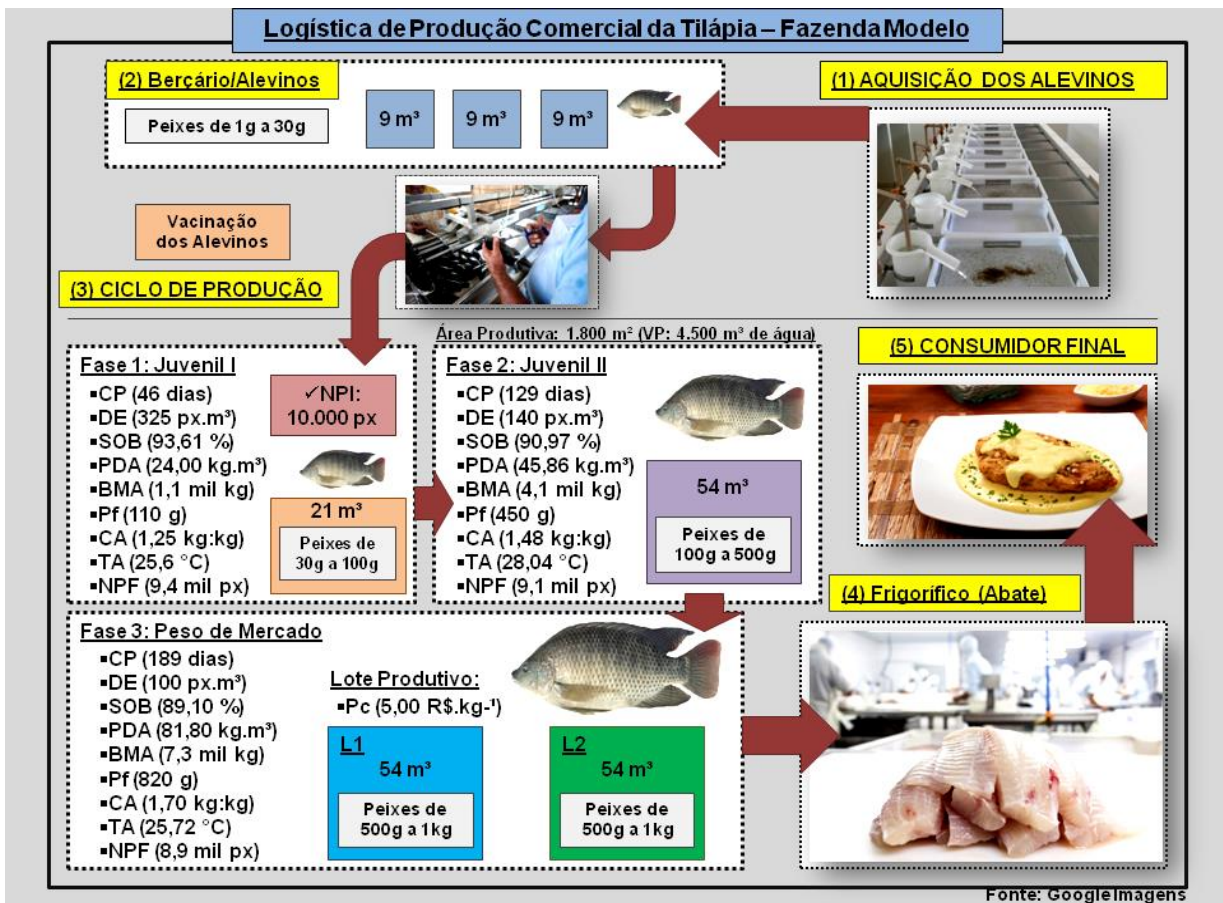
- *Vacinação*: A vacinação servirá para melhorar a eficiência, diminuir as perdas e diminuir a administração de antibióticos. Deve-se vacinar todas as tilápias para *Streptococcus agalactiae* e/ou para outros patógenos do qual seja comprovada a eficácia da vacinação e viabilidade de sua utilização. Cada peixe deve ser vacinado individualmente. Para isso, os peixes são retirados da gaiola e colocados em uma solução anestésica de água, sal, álcool e eugenol. A anestesia é importante, pois reduz o estresse dos animais e permite que os trabalhadores os vacinem adequadamente. Os peixes devem ser vacinados com uma agulha de 4-5 mm. Após a vacinação, o peixe deve ser classificado em tamanhos para diminuir a competição nas gaiolas.

- *Crescimento*: Para a etapa de crescimento, que deve ser iniciada após a vacinação, os peixes deverão estar com peso médio de 45g e deve-se seguir até o lote atingir peso médio de 250g. O peixe deve ser alimentado com ração contendo 32% de proteína bruta durante toda esta etapa, até a despesca. A mortalidade neste período deve permanecer entre 5%-7%. O ideal são taxas de mortalidade próximas de 5%, devido às melhores práticas de manejo. Esta fase dura cerca de 2-3 meses.

- *Classificação*: Quando o lote atinge um peso médio de 250g, deve-se classificar os animais para criar mais espaço. A grade nº 4 tem deverá ter um peso médio de 400g, a grade nº 3 200-300g e a nº 2 e nº 1 (que juntos devem representar 25% do lote) podem pesar apenas 100-150g. Os peixes das grades nº 3 e nº 4 passarão então para o estágio de crescimento e os das grades nº 1 e 2 permanecem até atingirem 300g de média. Deve-se colocar 4.200 peixes em uma gaiola de 6x6x1.8m, calculando uma densidade final média de 65 kg/m<sup>3</sup>.

- *Engorda*: A etapa de engorda deve ser realizada onde há maior vazão na barragem, onde há uma melhora na qualidade da água e na renovação da água. Leva cerca de 2-3 meses desde a chegada do peixe de 400g até à sua despesca com 1kg. Durante o verão, esse estágio pode levar apenas 50 dias. A mortalidade não deve ultrapassar 10%. Caso a despesca seja atrasada e o peixe crescer mais de 1.3-1.4kg, a mortalidade aumentará devido à densidade.

- *Dados gerais*: A mortalidade em todo o ciclo pode chegar até 25%, a conversão alimentar deve ser de até 1.6-1.7 (kg de ração por kg de peixe) e o rendimento do filé de no mínimo 32%. A logística completa de produção deste processo na fazenda comercial de tilápia no reservatório de Chavantes está descrita em Brande et al. (2023), conforme apresentado na Figura 6.



**Figura 6.** Esquema do sistema de produção e etapas por fase produtiva até o consumidor final da fazenda comercial de produção de tilápia em estudo. CP=ciclo de produção; DE=densidade de estocagem; SOB=taxa de sobrevivência; PDA=produtividade média por ciclo; BMA=biomassa média por ciclo; Pf=peso final; CA=conversão alimentar; TA=temperatura média da água; NPF=número de peixes finais; NPI=número de peixes iniciais; Pc=preço de comercialização; VP=volume de área produtiva; L<sub>1-2</sub>=lotes de produção. Fonte: Adaptado de Brande et al. (2023).

## b) Documentação legal necessária

Visando a auditoria para a certificação, deve ser apresentada: *i) Guia de Transporte Animal (GTA)* para o transporte dos peixes para os outros frigoríficos, emitido por um médico veterinário credenciado, no GTA deve conter informações essenciais sobre a rastreabilidade (origem, destino, finalidade, espécie, vacinações, entre outros); *ii) Licença de produção* a qual apresenta os procedimentos operacionais para cessão de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura estão estabelecidos por meio da Portaria SAP/MAPA nº 412, de 8 de outubro de 2021 e Portaria Conjunta SAP/MAPA - SPU/SEDDM/ME nº 396, de 16 de setembro de 2021; *iii) Licença ambiental da atividade aquícola* dada pelo órgão estadual de meio ambiente ou órgão competente para este fim; *iv) Outorga de água* de acordo com o Art. 9º do Decreto

nº 10.576, de 14/12/2020, o Ministério da Pesca e Aquicultura solicitará à Agência Nacional de Águas - ANA, em seu nome, a outorga de direito de uso de recursos hídricos para a prática da aquicultura. Dessa forma, os processos individuais de empreendimento aquícola são enviados ao MPA que irá aprovar projetos de aquicultura em reservatórios que disponham de capacidade de suporte para instalação (fato que demonstra a necessidade de apresentar estudo desta natureza); v) *Documentos que comprovam o treinamento para vacinar*, esses documentos podem ser emitidos pelo vendedor da vacina.

### **c) Logística e transporte**

A logística operacional vai depender de cada propriedade, porém deve ser obrigatório os tanques estarem localizados na parte de maior renovação de água do reservatório para ajudar na qualidade da água. O manejo de classificação dos peixes, alocando em setores diferentes para separação do tamanho (conforme item a) deve ser realizada seguindo o proposto em Bueno et al. (2023). O transporte irá depender de cada propriedade, sendo obrigatório manter uma planilha para saber qual o lote foi transportado e qual foi recebido (no caso do recebimento dos alevinos).

### **d) Infraestrutura, instalações e funcionários**

O estabelecimento deve demonstrar que possui infraestrutura mínima exigida para a obtenção do registro D.O. Assim, deve-se reservar uma sala para ser a sede da piscicultura com escritório onde será realizada as funções burocráticas da fazenda. Nas instalações é necessário conter uma cozinha e área de descanso para os trabalhadores. Os funcionários devem receber uniforme que inclui roupas, calçados e equipamento de proteção individual (EPI). Deve-se priorizar a contratação de mão-de-obra local. Os proprietários devem obter balsas de manejo com cobertura para evitar que os funcionários fiquem expostos ao sol durante o manejo. Será necessário manter um galpão de armazenamento de ração, separar ambientes para a manutenção de tanques e soldagem (como sala de ferramentas e maquinários para manutenção geral) e área para reparos e limpezas de tanques rede. E por fim, as embarcações para o arrasto e barcos devem estar adaptadas para reboque dos tanques-rede.

### **e) Métodos de pré-abate**

O manejo pré-abate deve obedecer às seguintes etapas abaixo para reduzir o estresse, visando o bem-estar animal. O estresse dos peixes pode resultar em redução de peso ou até mesmo levar os peixes à morte: i) Antes da despesca e transporte para o frigorífico os animais deverão permanecer em jejum por um período de 24 a 48 horas; ii) Após o jejum, deverá ser a despesca com a suspensão da tela ou do tanque rede e com o auxílio de puçás; iii) Os animais deverão ser transportados até o caminhão em baldes ou caixas ou com outras ferramentas que possam ser mais eficientes e menos danosas aos peixes, com uma densidade de 50 kg/m<sup>3</sup>; iv) Boas práticas de manejo são essenciais para minimizar as perdas na produção, assim, aconselha-se que essa etapa deva ser bem planejada e executada por funcionários treinados, gastando o menor tempo possível e sempre em horários de temperaturas mais amenas (Banhara et al., 2021).

No transporte dos animais é necessário planejar o tempo da viagem e preparar o motorista verificando as condições das vias e as condições climáticas. Algumas medidas devem ser adotadas como diminuição na densidade de animais transportados e compartimentos de transporte adequados. Os peixes devem ser imediatamente abatidos ou não devendo esperar na área para descanso antes do abate (espera). Os animais devem ser submetidos a um processo de insensibilização com água e gelo e posteriormente lavagem com água clorada para adentrar nas instalações de processamento.

O manejo adequado no pré-abate deve ser rigorosamente seguido, pois influência diretamente a qualidade do produto final. Irregularidades e não-conformidades no manejo e transporte pré-abate que venham a ser identificados durante a auditoria tanto para obtenção do registro quanto durante o controle dos usuários resultará na proibição do uso da D.O. pelo produtor irregular.

### **f) Preservação do produto**

O filé de tilápia deve ser resfriado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperaturas de - 0.5 a - 2 °C (Ogawa & Maia, 1999). Abaixo estão descritas as principais formas de preservar o filé: i) Deve-se congelar o filé para manter o valor nutritivo e a qualidade sensorial; ii) Deve-se congelar os filés a -5°C, pois a maior parte

da água do filé é congelada; iii) A temperatura de estocagem ideal é  $-18^{\circ}\text{C}$  para manter a qualidade do filé (a legislação exige de  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-25^{\circ}\text{C}$ ); iv) Os filés devem passar pela técnica de glazeamento, para proteger a superfície do produto, evitar a dessecação e a oxidação dos lipídeos e a perda de cor durante a estocagem (Minozzo & Dieterich, 2007); v) O glazeamento deve ser realizado por imersão do filé congelado com temperatura inferior a  $-18^{\circ}\text{C}$  em água a  $3^{\circ}\text{C}$  durante 10 segundos. A operação deve ser repetida após 3 minutos.

#### **4.2 Bioprocessos: análise dos fatores de qualidade do filé fresco da tilápia**

Os valores de aminoácidos investigados em diferentes lotes de produção do filé de tilápia da piscicultura instalada no Reservatório de Chavantes estão apresentados nas Tabelas 3-8. Os valores obtidos de Shumilina et al. (2020) estão apresentados na Figura 8. Shumilina et al. (2020), ao avaliarem as amostras do pescado, verificaram o valor nutricional do filé de tilápia o qual constou o alto valor nutricional (Figura 8). Foi realizado um *benchmarking* dos valores de aminoácidos dos filés de tilápia produzidos no país com os produzidos em Chavantes (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980)) (Figura 7).

Os resultados destes bioprocessos demonstraram que o filé de tilápia produzida no reservatório de Chavantes obtiveram muitas moléculas importantes para a saúde humana as quais estão presentes em quantidades significativas. Por exemplo, foi identificado níveis consideráveis de aminoácido glicina e taurina (Shumilina et al. 2020). A glicina é essencial para a produção de colágeno, que mantém a pele jovem, enquanto a taurina, além de suas muitas funções corporais, é mais conhecida por sua presença e atividade em bebidas energéticas (Nunes Filho, 1994; Schuller-Levis & Park, 2003). Essa pesquisa mostra que o salmão e a tilápia não devem ser considerados concorrentes, pois fornecem diferentes conjuntos de moléculas para a dieta humana. Uma dieta equilibrada deve conter esses dois peixes para fornecer todo o espectro de importantes compostos nutricionais para o nosso organismo. Durante o projeto desenvolvido por Shumilina et al. (2020), pôde-se distinguir também peixes saudáveis e estressados, comparar o valor nutricional dos peixes e assim ajudar os produtores a ajustarem suas práticas de aquicultura para obter peixes saudáveis com alto valor nutricional.

**Tabela 3.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210608

Aminoácidos	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	2,03%	1,71%
Ácido Glutâmico	2,90%	2,56%
Serina	0,72%	-
Glicina	1,14%	1,13%
Hidroxiprolina	0,10%	
Histidina	0,48%	0,38%
Taurina	0,21%	-
Arginina	1,17%	1,29%
Treonina	1,07%	0,78%
Alanina	1,19%	1,08%
Prolina	0,70%	0,83%
Tirosina	0,60%	0,56%
Valina	1,07%	0,77%
Metionina	0,55%	0,27%
Cistina	0,28%	0,20%
Isoleucina	0,97%	0,37%
Leucina	1,47%	1,00%
Fenilalanina	0,56%	0,74%
Lisina	1,97%	1,86%
Triptofano	0,23%	0,77%
Soma dos AA	19,40%	
Proteína Bruta	19,74%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

**Tabela 4.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210613

Aminoácidos	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	1,90%	1,71%
Ácido Glutâmico	2,69%	2,56%
Serina	0,68%	-
Glicina	1,01%	1,13%
Hidroxiprolina	0,07%	
Histidina	0,46%	0,38%
Taurina	0,23%	-
Arginina	1,10%	1,29%
Treonina	1,01%	0,78%
Alanina	1,09%	1,08%
Prolina	0,63%	0,83%
Tirosina	0,57%	0,56%
Valina	0,99%	0,77%
Metionina	0,52%	0,27%
Cistina	0,26%	0,20%
Isoleucina	0,95%	0,37%
Leucina	1,44%	1,00%
Fenilalanina	0,69%	0,74%
Lisina	1,83%	1,86%
Triptofano	0,28%	0,77%
Soma dos AA	18,39%	
Proteína Bruta	19,02%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

**Tabela 5.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210096

Análises	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	1,97%	1,71%
Ácido Glutâmico	2,78%	2,56%
Serina	0,70%	-
Glicina	0,97%	1,13%
Hidroxiprolina	0,03%	
Histidina	0,49%	0,38%
Taurina	0,18%	-
Arginina	1,11%	1,29%
Treonina	1,04%	0,78%
Alanina	1,10%	1,08%
Prolina	0,61%	0,83%
Tirosina	0,59%	0,56%
Valina	1,00%	0,77%
Metionina	0,52%	0,27%
Cistina	0,24%	0,20%
Isoleucina	0,96%	0,37%
Leucina	1,47%	1,00%
Fenilalanina	0,68%	0,74%
Lisina	1,90%	1,86%
Triptofano	0,25%	0,77%
Soma dos AA	18,59%	
Proteína Bruta	19,44%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

**Tabela 6.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210086

Aminoácidos	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	1,85%	1,71%
Ácido Glutâmico	2,89%	2,56%
Serina	0,71%	-
Glicina	1,23%	1,13%
Histidina	0,54%	0,38%
Taurina	0,29%	-
Arginina	1,25%	1,29%
Treonina	0,85%	0,78%
Alanina	1,30%	1,08%
Prolina	0,90%	0,83%
Tirosina	0,61%	0,56%
Valina	0,99%	0,77%
Metionina	0,54%	0,27%
Cistina	0,17%	0,20%
Isoleucina	0,79%	0,37%
Leucina	1,73%	1,00%
Fenilalanina	0,87%	0,74%
Lisina	1,90%	1,86%
Triptofano	0,09%	0,77%
Soma dos AA	19,50%	
Proteína Bruta	19,73%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

**Tabela 7.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210363

Aminoácidos	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	2,13%	1,71%
Ácido Glutâmico	3,17%	2,56%
Serina	0,77%	-
Glicina	1,09%	1,13%
Histidina	0,57%	0,38%
Taurina	0,41%	-
Arginina	1,28%	1,29%
Treonina	0,92%	0,78%
Alanina	1,34%	1,08%
Prqlina	0,76%	0,83%
Tirosina	0,67%	0,56%
Valina	1,08%	0,77%
Metionina	0,59%	0,27%
Cistina	0,21%	0,20%
Isoleucina	0,87%	0,37%
Leucina	1,91%	1,00%
Fenilalanina	0,95%	0,74%
Lisina	2,12%	1,86%
Triptofano	0,10%	0,77%
Soma dos AA	20,94%	
Proteína Bruta	20,59%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

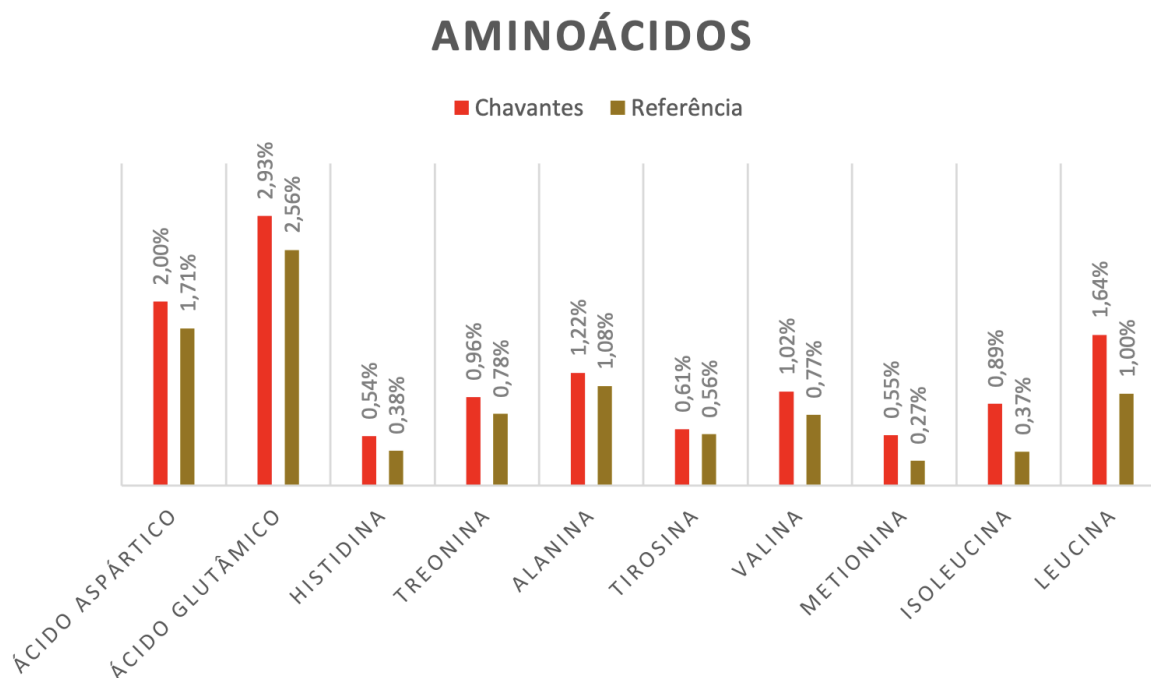
**Tabela 8.** Composição dos aminoácidos do filé de tilápia Chavantes. Lote: 20210394

Aminoácidos	Resultados	Valores de referência na literatura
Ácido Aspártico	2,12%	1,71%
Ácido Glutâmico	3,15%	2,56%
Serina	0,76%	-
Glicina	1,22%	1,13%
Histidina	0,50%	0,38%
Taurina	0,19%	-
Arginina	1,26%	1,29%
Treonina	0,88%	0,78%
Alanina	1,32%	1,08%
Prolina	0,78%	0,83%
Tirosina	0,64%	0,56%
Valina	0,99%	0,77%
Metionina	0,58%	0,27%
Cistina	0,23%	0,20%
Isoleucina	0,80%	0,37%
Leucina	1,81%	1,00%
Fenilalanina	0,85%	0,74%
Lisina	2,01%	1,86%
Triptofano	0,10%	0,77%
Soma dos AA	20,19%	
Proteína Bruta	19,34%	15% a 25%

\*AA: Aminoácidos totais

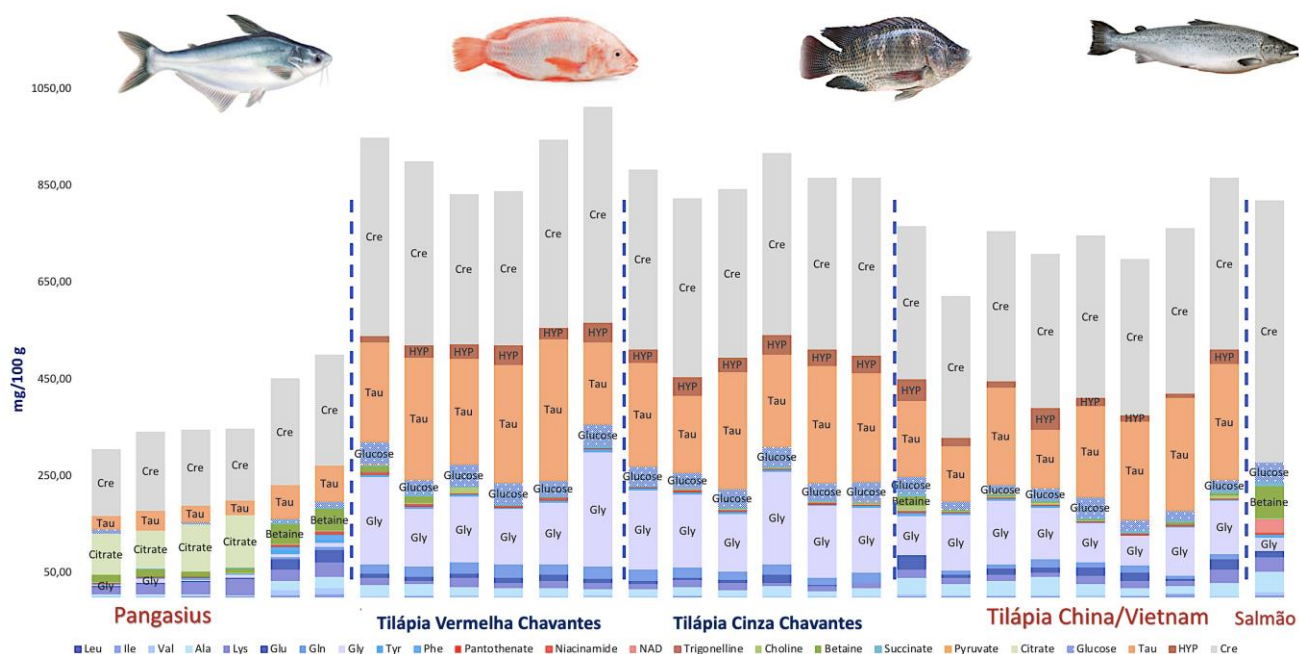
Portanto, devido a importância para diferenciar o produto no processo de D.O., os produtores devem realizar análises de aminoácidos em uma quantidade proporcional a

sua produção, que será determinada pela entidade responsável, para obter um banco de dados que será necessário para as auditorias do selo “*Filé de tilápia Chavantes*”. As tabelas acima de concentrações de aminoácidos devem ser utilizadas como referência para os produtores da região (Tabelas 3-8).



**Figura 7.** Comparação da concentração de alguns aminoácidos obtidos na tilápia produzida no reservatório de Chavantes com valores de referência da literatura.

Shumilina et al. (2020), verificaram que a tilápia vermelha e cinza brasileira produzidas em Chavantes diferem da tilápia produzida em outros países, como China e Vietnã, além de apresentar características no perfil de aminoácidos superiores em relação ao peixe pangassius (*Pangasianodon hypophthalmus*), também produzido no Vietnã (Figura 8). A tilápia Chavantes tem um nível mais alto do aminoácido essencial glicina. A concentração de glicina na tilápia é duas vezes maior que no salmão e 35 vezes maior que no pangassius. A glicina desempenha um papel importante para prevenir lesões teciduais, aumentar a capacidade anti oxidativa, promover a síntese de proteínas e a cicatrização de feridas; melhorar a imunidade e tratar distúrbios metabólicos (Nunes Filho, 1994). Além disso, a glicina confere um sabor adocicado ao peixe (Biazussi, 2016).



**Figura 8.** Comparação da concentração de alguns aminoácidos obtidos na tilápia de Chavantes em relação a tilápia da China e Vietnã, pangasius e salmão.

Outro nutriente importante encontrado no filé da tilápia Chavantes em concentração significativamente maior do que no salmão é a taurina, uma molécula que é um aminoácido semi essencial para o ser humano. A taurina está envolvida na desintoxicação, antioxidação, osmorregulação e manutenção da homeostase do cálcio. É amplamente utilizada como aditivo em algumas bebidas energéticas. Portanto, a tilápia e o salmão apresentam benefícios nutricionais complementares e esses dois peixes devem ser consumidos regularmente.

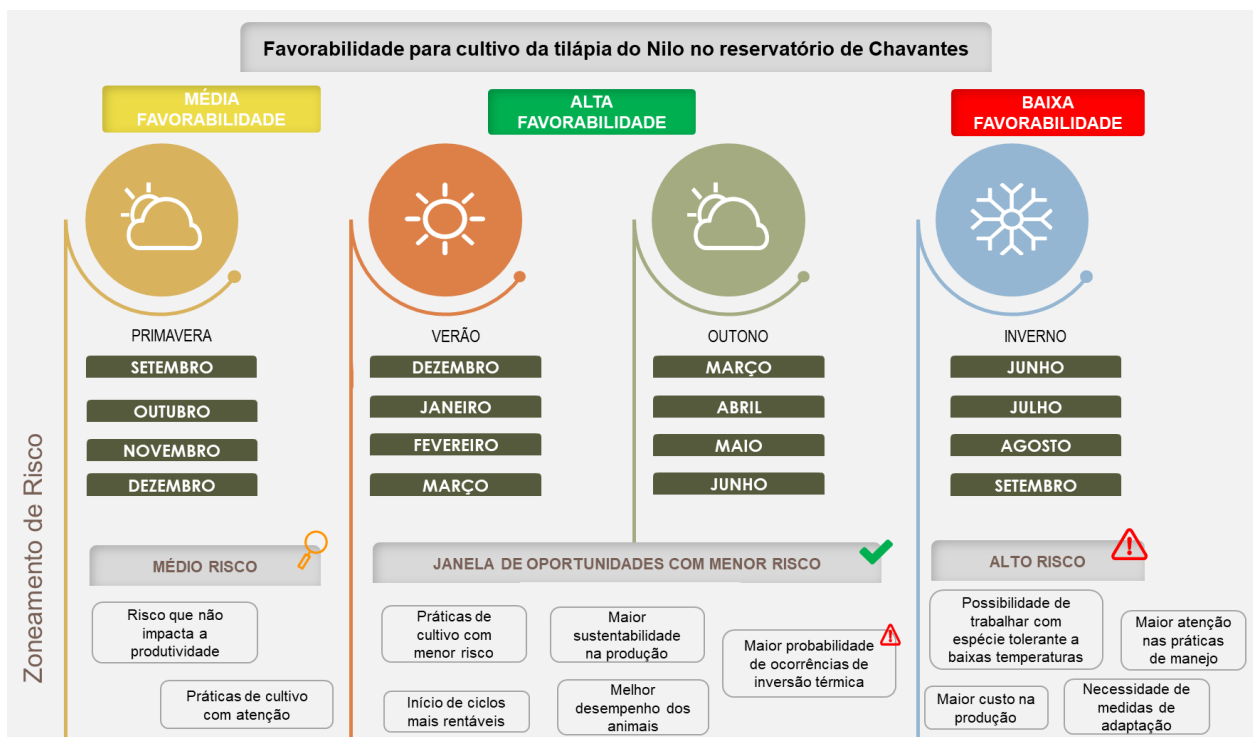
#### 4.3 Dossiê dos documentos que comprovem a influência do meio geográfico nas qualidades da DO “Filé de Tilápia Chavantes”

##### a) Qualidade da água

A qualidade da água é um dos fatores que influenciará diretamente a qualidade do filé a ser comercializado. Assim, os valores ideais para manter a qualidade de água do reservatório de Chavantes devem ser: temperatura da água ideal oscila entre 25°C a 32°C, com média de 28°C; O pH varia de 6.8 a 7.8 e o oxigênio dissolvido de 6.4 a 8.4 mg L<sup>-1</sup>; A transparência da água obter valores acima de três metros com o início do verão e das chuvas. A condutividade elétrica acima de 53 µS.cm<sup>-1</sup> no verão.

Quanto ao monitoramento da qualidade de água, recomenda-se que os parâmetros de pH, oxigênio dissolvido, transparência e condutividade análise sejam realizadas no mínimo a cada 15 dias na área da piscicultura e na montante e jusante do reservatório. A temperatura da água (°C) deve ser analisada semanalmente na superfície dos tanques (média 1,5 metros com no mínimo cinco observações obtidas em horários próximos) e também em uma área mínima de 500 m acima do fluxo da água em relação ao cultivo para servir de controle, seguindo o aplicado por Fialho et al. (2021).

Recomenda-se seguir o diagrama com a indicação dos períodos com a favorabilidade Baixa, Média e Alta para o cultivo da tilápia do Nilo no reservatório de Chavantes proposto por Silva (2023) apresentado na Figura 9.



**Figura 9.** Diagrama indicativo de período de favorabilidade e zoneamento de risco climático para cultivo da tilápia do Nilo do reservatório de Chavantes. Fonte: Silva (2023).

Este diagrama apresenta de forma lógica uma ferramenta prática para tomada de decisão no cultivo, o diagrama cruza informações das estações do ano com as favorabilidades e os respectivos riscos à produção de tilápia no reservatório de Chavantes.

Além da análise da temperatura da água, mensalmente, com uma garrafa de Von Dorn, devem ser coletadas amostras de água do reservatório para determinar os teores totais de fósforo seguindo a metodologia proposta por APHA (2017). Assim, monitoram-

se os valores médios de qualidade de água no ambiente de cultivo da *O. niloticus* em Chavantes, conforme apresentado na Tabela 9.

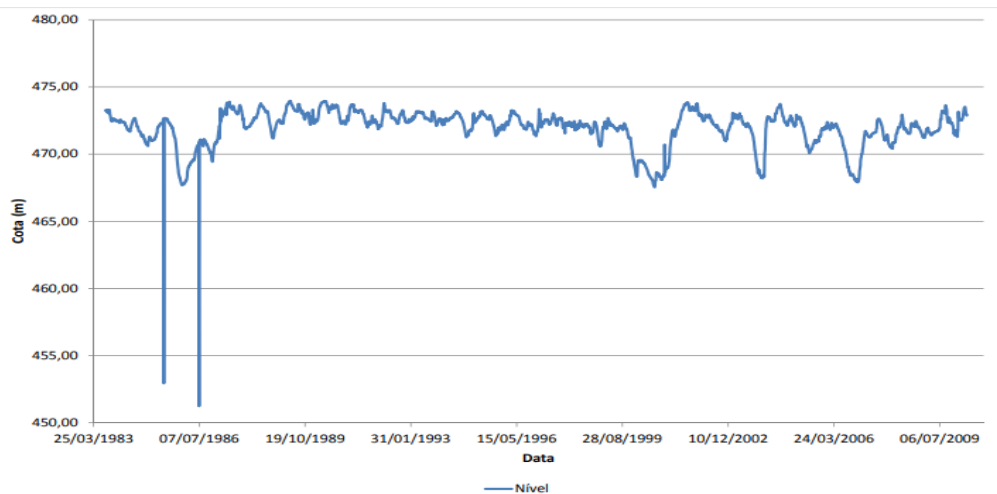
**Tabela 9.** Valores médios da qualidade da água obtidos na área aquícola, durante o período de produção das tilápias em tanques-rede no reservatório de Chavantes - SP.

Var.	Período/Meses						
	1	2	3	4	5	6	7
Temp	32.0± 0.05	30.3±0.08	29.0±0.08	28.6±0.00	26.6±0.05	26.8±0.02	25.0±0.33
pH	7.1±0.11	7.0± 1.10	7.4± 0.35	6.8± 1.12	7.2± 1.30	7.8± 1.11	7.6± 1.24
CD	40.1 ± 2.56	47.3± 5.11	43.0± 3.90	58.3± 5.20	53.0± 3.42	56.1± 2.22	58.0± 4.44
O <sub>2</sub> D	8.3± 1.47	8.4± 0.34	8.0± 0.21	7.1± 0.45	6.8± 0.12	7.1± 0.87	6.4± 0.67
SC	2.3± 0.15	2.8± 0.12	2.3± 0.25	3.8± 0.11	3.4± 0.56	3.5± 0.19	3.7± 0.45

**Temp.**= temperatura da água (°C); **pH**= potencial hidrogeniônico; **CD**= condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ); **O<sub>2</sub>D**= oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ); **SC**=transparência da água (m).

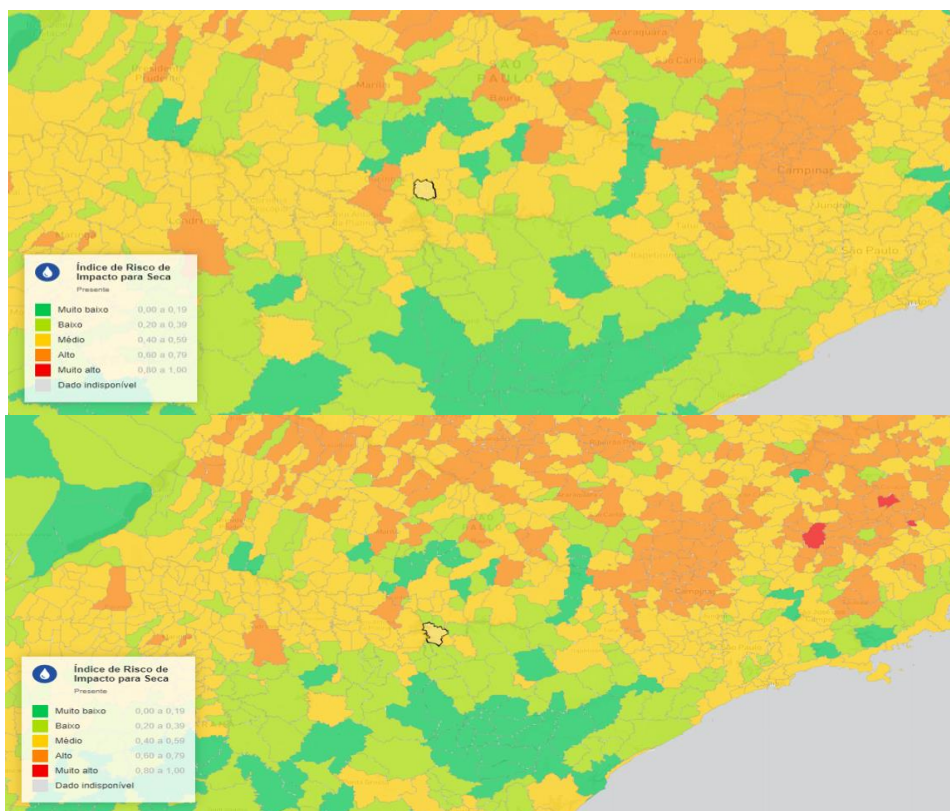
Os parâmetros físico-químicos da água a serem monitorados, a frequência de amostragem e a metodologia de análise adotada para o monitoramento estão descritos na Tabela 10. O nível do reservatório Chavantes foi comparado com outros sete reservatórios com base nas séries históricas (Tabela 11). Assim, é possível observar os níveis máximos normais de cada reservatório bem como o nível – cota no mínimo operativo da usina hidrelétrica com 95% de permanência de água, que foi calculado com base nas séries históricas. No Brasil, normalmente, os grandes reservatórios apresentam altas depleções anuais, ou seja, grandes variações nos seus volumes d'água. Essas quedas no volume de água dos reservatórios causam piora da qualidade de água (CODEVASF, 2019) e conseqüentemente afetam o desempenho dos peixes e a qualidade do filé. O reservatório de Chavantes apresenta características distintas com níveis de permanência superiores a maioria dos outros reservatórios. Essas características naturais são distintas, pois permitem uma manutenção da qualidade da água mesmo em períodos de estiagem, onde a grandes perdas são registradas em outros reservatórios (Barroso et al. 2015). A usina Chavantes é um dos mais significativos aproveitamentos do Paranapanema, possuindo 414 MW de potência instalada em uma área de 388,5 km<sup>2</sup>. A barragem, situada a 3 km abaixo da foz do rio Itararé, proporciona o armazenamento de 9,4 bilhões de metros cúbicos de água, o que permite a regularização

de grande parte da vazão média do rio, evitando enchentes e assegurando irrigação a toda região ribeirinha (Figura 10).



**Figura 10.** Série histórica de níveis de cota/profundidade (m) para Chavantes-SP. Fonte: CTG Brasil (2020).

De acordo com a Plataforma Adapta Brasil (MCTI, 2020) o risco climático de impacto para a ocorrência de secas, nos municípios de Ipaussú e Fartura (Figura 11) onde se localizam os cultivos de tilápia no reservatório de Chavantes, São Paulo.



**Figura 11.** A) Classificação do município de Ipaussú (SP) e b) município Fartura (SP) que abrangem a região de Chavantes conforme a Plataforma Adapta Brasil, para risco médio de impacto para seca. Fonte: MCTI (2022).

**Tabela 10.** Relação dos parâmetros físico-químicos, frequência de amostragem, limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005 e metodologia de análise que deve ser adotada.

Variável	Unidade	Limites (CONAMA 357)	Metodologia
Oxigênio dissolvido	mg/L	5	Método eletrométrico com sonda no campo
pH	-	6,0 a 9,0	
Temperatura da água	°C	ND	
Condutividade Elétrica	µS.cm -1	ND	
Turbidez	UNT	100	
Salinidade	ppt		
Transparência	m	ND	Disco de Secchi
Alcalinidade Total	mg CaCO <sub>3</sub> / L	ND	APHA (2017)
DBO 5 dias a 20°C	mg/L	5	
Silicato-Si	mg/L	ND	
Clorofila-a	µg/L	30	
Feofitina	µg/L	ND	
Fósforo Total	µg/L	50	
Amônia	µg/L	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	
Nitrito	µg/L	0,01	
Nitrato	µg/L	0,001	
Coliformes Termotolerantes	UFC	1	
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	500	Filtragem com filtro GF/C, evaporação da amostra filtrada, em banho Maria e gravimetria

**Tabela 11.** Comparação dos níveis de referência dos reservatórios da Calha do Paranapanema - SP.

<b>Reservatório</b>	<b>Nível máximo normal (m)</b>	<b>Nível (95% de permanência)</b>
Jurumirim	568,00	562,78
<b>Chavantes</b>	<b>474,00</b>	<b>468,67</b>
Salto Grande	384,67	383,09
Canoas 2	366,00	365,85
Canoas 1	351,00	350,86
Capivara	334,00	327,06
Taquaruçu	284,00	283,50
Rosana	258,00	257,07

Fonte: Duke Energy Internacional – Geração Paranapanema.

#### **b) Desempenho zootécnico dos animais**

Durante aproximadamente oito meses (um ciclo/safra), foram acompanhados 55 tanques-rede de 48m<sup>3</sup>, sob densidade de estocagem inicial de ~35 kg.m<sup>3</sup> de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial corporal de 35 ± 2,73 para abate com peso corporal final de aproximadamente 850g (Tabela 12). O ciclo de produção foi dividido em três estágios: Juvenil I (JVI) – 30 a 150g; Juvenil II (JVII) - de 150 a 500g; e Peso de Mercado (PM) – 500 a 850g. Mensalmente 150 indivíduos de cada lote e fase de produção foram coletados para biometria e a avaliação dos índices de desempenho zootécnico:

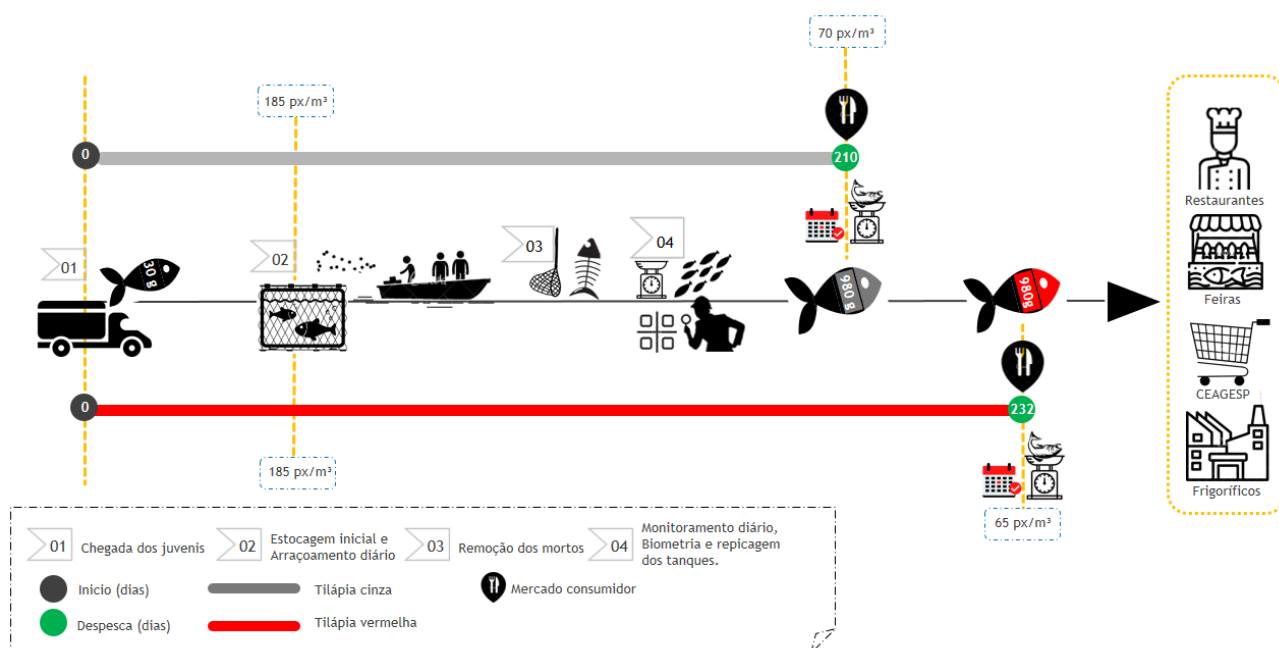
- a. Consumo de ração seca = ração seca total / (nº de peixes × nº de dias);
- b. Ganho de peso diário= (peso corporal final (g peixe-1) - peso corporal inicial (g peixe-1)) / dias;
- c. Taxa de conversão alimentar = consumo de ração / ganho de peso vivo;
- d. Biomassa total = nº de peixes × peso individual;
- e. Eficiência alimentar = ganho de peso vivo seco / consumo de ração;

**Tabela 12.** Parâmetros de desempenho da tilápia em tanques-rede na área aquícola no reservatório de Chavantes para as fases de produção Juvenil I (JVI), Juvenil II (JVII) e peso de mercado (PM).

Parâmetros	JVI	JVII	PM
Pi (g)	30 ± 5,80	152 ± 4,11	506 ± 9,34
Pf (g)	152 ± 4,11	506 ± 9,34	864 ± 22,45
GPD (g/peixe/dia)	2,7 ± 2,78	3,1 ± 4,29	6,5 ± 7,32
MO (%)	6,4 ± 5,66	3,4 ± 2,14	2,2 ± 3,53
BF (kg/m <sup>3</sup> )	35 ± 9,77	84 ± 7,90	97 ± 15,44
TCA (ração:ganho de peso)	1,4 ± 1,47	1,7 ± 0,90	1,8 ± 1,10
EA (ganho de peso:ração)	0,7 ±	0,6 ± 1,10	0,6 ± 1,56

**Pi** = peso inicial; **Pf** = peso final; **GPD** = ganho de peso diário (g/peixe/dia); **MO** = mortalidade; **BF** = biomassa final; **TCA** = taxa de conversão alimentar (ração:ganho de peso); **EA** = eficiência alimentar (ganho de peso:ração).

Os produtores devem padronizar os valores descritos na Tabela 12, porém variações em virtude da estação do ano, lotes de alevinos e variações dos parâmetros ambientais serão aceitas nas auditorias conforme será planejado posteriormente. Um plano de safra (Figura 12), o qual deve ser seguido e mencionado no caderno de especificação.



**Figura 12.** Processo de produção e plano de safra para a tilápia cinza e vermelha produzidas em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes – SP. Fonte: Godoi (2021).

### **c) Definição do lançamento de fósforo oriundo da piscicultura para integração com a Caderno de Especificações Geográficas**

As informações utilizadas nos itens c) e d) foram obtidas nos estudos de Godoi (2021); Godoy (2022) e Bueno et al. (2023). As composições químicas e digestibilidade de nutrientes de dietas comerciais com diferentes níveis de fósforo devem ser utilizadas para a simulação de resíduos fosfatados lançados no ambiente aquático sob diferentes condições climáticas (Tabela 13). As rações de baixa, média e alta densidade energética contém teores de fósforo com valores próximos a 0,8; 1,2 e 2,1%, respectivamente.

Considerando a realidade da área aquícola estudada (ração com 1,2% de fósforo), para produzir uma tonelada de *Oreochromis niloticus* em tanques-rede a temperaturas de 21, 25 e 29°C, são lançados na água 5,37, 7,81 e 8,63 kg de fósforo total, respectivamente (Tabela 14). Nas mesmas condições de temperatura, quando reduzimos o teor de fósforo na ração para 0,8%, são lançados no ambiente 3,28, 4,99 e 5,17kg de fósforo por tonelada de peixe produzida, o equivalente, em média, a 1,6 vezes menos fósforo. Estes são os resultados das simulações da liberação de resíduos fosfatados no meio aquático com uso das diferentes rações comerciais (Tabela 14). Assim, pode-se compor os principais *input* de dados no modelo bioenergético fatorial e determinar as taxas de retenção e excreção de fósforo para cada categoria de peso da tilápia produzida em tanques-rede considerando diferentes cenários climáticos e zootécnicos (Tabela 14).

A quantificação do lançamento dos potenciais efluentes da produção aquícola em tanques-rede segue a abordagem da modelagem bioenergética fatorial de Cho e Bureau (1998) com valores e exponenciais matemáticos ajustados para a espécie *Oreochromis niloticus* produzidas em tanques-rede em ambiente neotropical (Bueno et al. 2023), que permite determinar os resíduos fosfatados particulados (SP) e dissolvidos (SD) para cada lote, safra ou empreendimento estudado (Tabela 14).

**Tabela 13.** Rações de baixa, média e alta densidade energética com diferentes níveis de fósforo utilizadas para simulação da liberação de resíduos no meio aquático do reservatório de Chavantes para produção de uma tonelada de tilápia em tanques-rede.

Ração de baixa densidade energética	Valores da Indústria										
	TGC <sup>2</sup>	Exp <sup>2</sup>	MS (%)	MSD (%)	PB (%)	PD (%)	P (%)	Pd (%)	EB (MJ/kg)	ED (MJ/kg)	PD/ED
Juvenil I	1,147	0,533	90,69	53,76	39,53	32,16	0,83	0,53	15,91	11,25	28,59
Juvenil II	12,870	0,950	90,22	59,93	31,89	25,24	0,87	0,49	17,70	13,67	18,46
Peso de Mercado	19,123	0,853	89,37	61,68	23,65	21,03	0,85	0,49	16,34	11,67	18,03
Ração de média densidade energética*	Valores da Indústria										
	TGC <sup>2</sup>	Exp <sup>2</sup>	MS (%)	MSD (%)	PB (%)	PD (%)	P (%)	Pd (%)	EB (MJ/kg)	ED (MJ/kg)	PD/ED
Juvenil I	1,147	0,533	90,27	67,66	31,40	28,10	1,24	0,71	16,91	13,05	21,53
Juvenil II	12,870	0,950	89,94	60,98	31,08	27,72	1,21	0,69	16,49	12,50	22,17
Peso de Mercado	19,123	0,853	90,27	67,53	31,33	27,97	1,28	0,74	16,53	16,53	16,92
Ração de alta densidade energética	Valores da Indústria										
	TGC <sup>2</sup>	Exp <sup>2</sup>	MS (%)	MSD (%)	PB (%)	PD (%)	P (%)	Pd (%)	EB (MJ/kg)	ED (MJ/kg)	PD/ED
Juvenil I	1,147	0,533	91,24	63,52	39,71	35,35	2,12	1,22	17,57	12,89	27,43
Juvenil II	12,870	0,950	91,21	62,41	35,58	31,35	2,11	1,22	16,96	12,48	25,11
Peso de Mercado	19,123	0,853	91,65	59,15	26,51	22,36	2,09	1,11	16,96	11,48	19,47

TGC = Coeficiente de Crescimento Térmico Corporal; Exp = exponencial; MS = matéria seca; MSD = matéria seca digestível; PB = proteína bruta; PD = proteína digestível; P = fósforo total; Pd = fósforo digestível; EB = energia bruta; ED = energia digestível; PD/ED = relação proteína digestível:energia digestível. \*Rações utilizadas durante o ciclo de cultivo da tilápia na piscicultura comercial estudada.

**Tabela 14.** Simulações da liberação de resíduos no meio aquático para a produção de uma tonelada de *Oreochromis niloticus* em tanques-rede na área aquícola no reservatório de Chavantes sob diferentes cenários climáticos e zootécnicos.

Parâmetros	0,8% P total			1,2% P total*			2,1% P total		
	Temperatura			Temperatura			Temperatura		
	21°C	25°C	29°C	21°C	25°C	29°C	21°C	25°C	29°C
<b>Fósforo</b>									
Ingestão de Fósforo, g/peixe	7,65	10,32	10,13	9,74	13,14	13,59	19,19	25,91	25,50
Fósforo Ingerido Digestível, g/peixe	4,43	5,98	5,89	5,58	7,53	7,78	10,67	14,41	14,38
Retenção de Fósforo, g/peixe	4,36	5,33	4,96	4,36	5,33	4,96	4,36	5,33	4,96
Fósforo via Brânquias e Urinário, g/peixe	0,07	0,64	0,93	1,22	2,20	2,82	6,31	9,08	9,42
Fósforo nas Fezes, g/peixe	3,22	4,34	4,24	4,16	5,61	5,81	8,52	11,50	11,12
<b>Resíduo Sólido do Cultivo</b>									
Fósforo total, kg/t	3,22	4,34	4,24	4,16	5,61	5,81	8,52	11,50	11,12
<b>Resíduo Total (Sólido + Dissolvido)</b>									
Fósforo total, kg/t	3,28	4,99	5,17	5,37	7,81	8,63	14,83	20,58	20,54
<b>Dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)</b>									
Fósforo total, kg/t	3,90	3,90	3,90	9,82	9,82	9,82	24,22	24,22	24,22
Fósforo retido no peixe, kg/t	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38

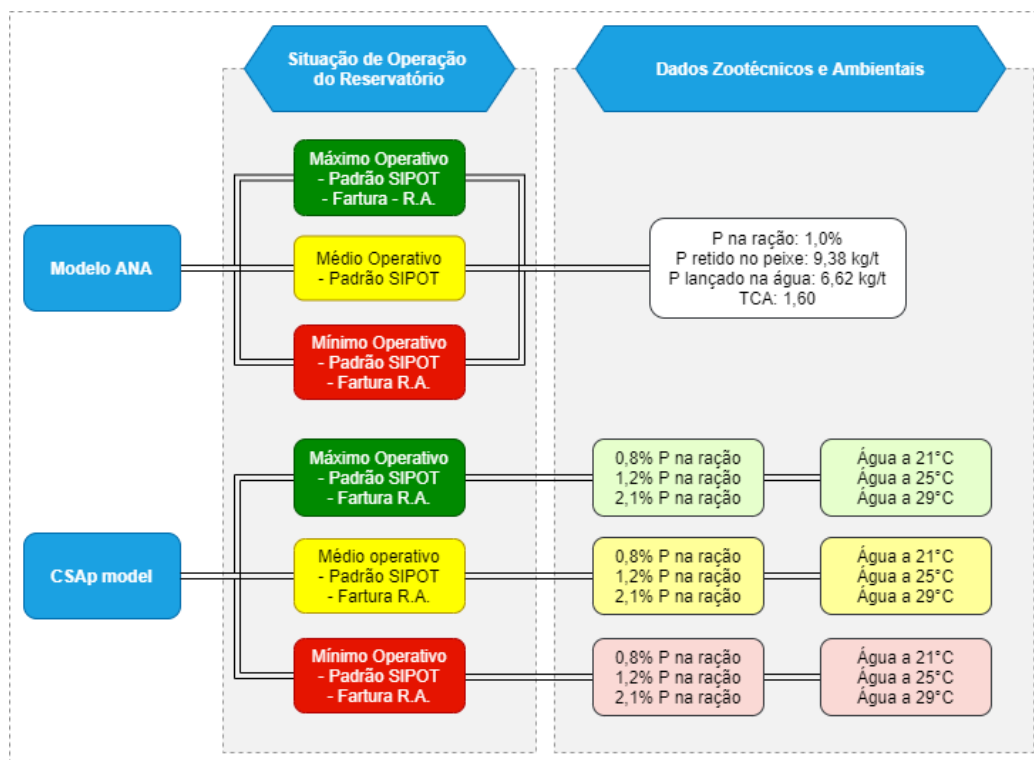
\*Cenários de lançamento de resíduos correspondentes a ração utilizada na área aquícola no reservatório de Chavantes, SP

**d) Avaliação e gestão da capacidade de suporte ambiental para produção de pescado na área de estudo: aspectos de influência no *terroir* do pescado**

Para quantificar a biomassa de pescado a ser produzida de forma sustentável, é necessário estimar a capacidade de suporte do corpo hídrico em que está instalada a produção (CODEVASF, 2019). Um cálculo da capacidade de suporte ambiental com simulações da carga máxima de fósforo autorizável (kg/ano), bem como a produção máxima autorizável de peixes (t/ano) é apresentado oriundo de uma dissertação intitulada “Protocolo tecnológico para gestão da capacidade de suporte ambiental e outorga da produção de tilápias em reservatório neotropical sob diferentes cenários climáticos, zootécnicos e ambientais” (GODOY, 2022). Estes dados integram uma das exigências legais para outorga da água pública para produção de pescado, bem como, é um indicador ambiental da área aquícola que permite o peixe obter características distintas de produção, qualidade de carne, dentre outros atributos que estão sendo estudados. Nesta parte são apresentadas informações norteadoras para que a entidade responsável pela D.O. junto ao INPI possa garantir a manutenção dos fatores naturais, que são fundamentais para obtenção do produto diferenciado.

Foram consideradas diferentes situações de operação hidrológicas do reservatório (máximo, médio e mínimo operativo) com dados morfométricos e hidrológicos disponibilizados pelo Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT), como: cota (m), área (km<sup>2</sup>), volume (hm<sup>3</sup>), vazão média (m<sup>3</sup>/s), tempo de residência (anos) e taxa de renovação da água (anos).

Além de dados zootécnicos padronizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para produção de tilápia, tais como: fósforo contido na ração (1.0%), fósforo retido no peixe (9.38 kg/t), fósforo lançado na água (6.62 kg/t) e taxa de conversão alimentar (1.6) (Figura 13). Diante do input de dados utilizados, estes foram nomeados como Cenários ANA - Padrão SIPOT.



**Figura 13.** Estrutura dos cenários da CSAp em diferentes situações de operação do reservatório e com variação de dados zootécnicos, climáticos e ambientais (GODOY, 2022).

Assim, realizou-se um levantamento de dados morfométricos e hidrológicos da UHE de Chavantes obtidos por meio de séries históricas do Sistema Interligado Nacional (SIN/ONS), da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020) e de estudos científicos realizados na região de Fartura (Nogueira et al., 2012).

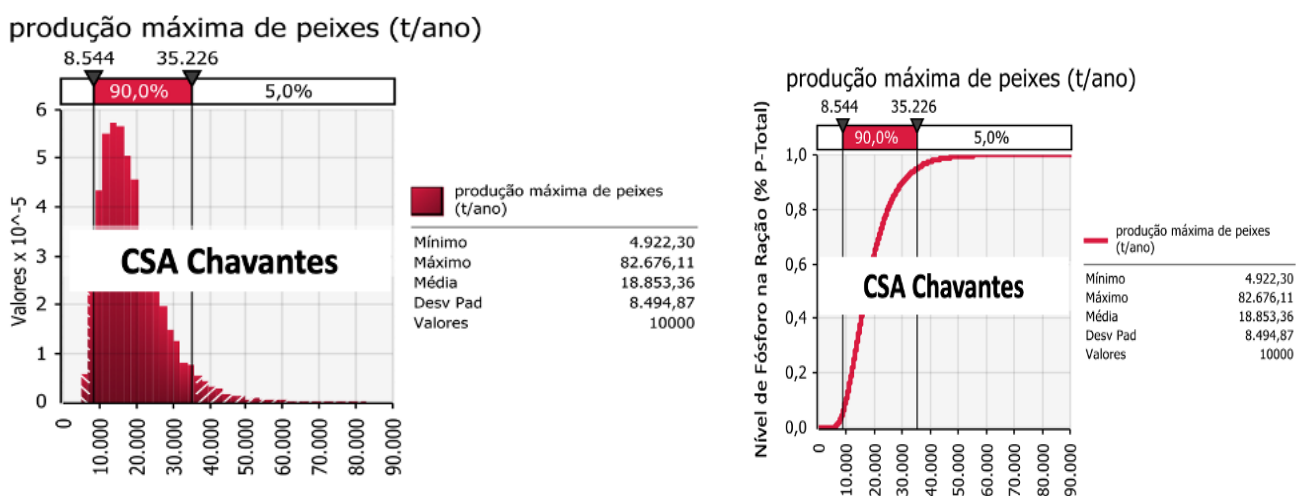
A capacidade de suporte ambiental e a produção máxima autorizável de peixes em todo o reservatório de Chavantes apresentou variações quando calculados sob as diferentes situações de operação do reservatório (Tabela 15). Quando o nível d'água baixa e passa a operar do máximo para o médio operativo, a CSAp reduz em 13,32%, o correspondente a menos 5.298 toneladas de peixe ao ano. Reduzindo ainda mais o nível d'água, quando o reservatório passa do médio para o mínimo operativo, a CSAp reduz em 7,66%, o correspondente a menos 2.641 toneladas de peixe ao ano. Ao compararmos o cenário da CSAp padrão SIPOT e o cenário específico para a região de Fartura, na situação mínimo operativo do reservatório, observa-se diferença expressiva com redução de 46,77% da carga máxima de fósforo, correspondente a menos 14.885 toneladas de peixe ao ano autorizáveis (Tabela 15).

Com relação a área aquícola estudada, observou-se que o uso de rações com maior teor de fósforo sob as diferentes temperaturas da água, reduz a produção

máxima de peixes quando comparado ao cálculo da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico com dados zootécnicos padronizados para a produção de tilápia (Tabela 15, cenários de 01 a 05).

Fato evidenciado nos cenários de 06 a 50, que foram desenvolvidos com o *input* de dados obtidos por meio da modelagem do coeficiente de crescimento térmico e a bioenergética nutricional. Considerando a realidade da piscicultura estudada (1,2% de P na ração, cenários de 21 a 35), nota-se que na temperatura de 21°C, a máxima produção autorizável no reservatório aumenta 23% quando comparada com o cálculo da ANA. No entanto, a temperatura de 29°C, a produção reduz em 23%. Ainda, a ração com alta densidade energética (2,1% de P) resultou em redução da produção em duas a três vezes, dependendo da condição de temperatura da água.

A previsão da capacidade de suporte é crucial para avaliar e minimizar o potencial impacto do desenvolvimento e expansão da aquicultura. Dessa forma, os produtores devem utilizar rações com menores níveis de P-total digestível e locais onde é observado maiores temperatura da água, sendo que esses fatores podem reduzir em até 645% a capacidade de suporte ambiental (Figura 14 e Tabela15).



**Figura 14.** Capacidade de Suporte Ambiental (CSA) para produção de pescado no reservatório de Chavantes, São Paulo.

**Tabela 15.** Cenários da capacidade de suporte ambiental para fósforo (CSAp) com simulações da carga máxima de fósforo e a produção máxima autorizável de peixes no reservatório de Chavantes e na área aquícola estudada, sob diferentes cenários climáticos e zootécnicos, adaptado de Godoy (2022).

Nível d'água do reservatório (n.a.)   Situação de Operação	Dados hidrológicos				
	Máximo Operativo (Padrão Sipot)	Médio Operativo (Padrão Sipot)	Mínimo Operativo (Padrão Sipot)	Máximo Operativo (Fartura – R.A.)	Mínimo Operativo (Fartura – R.A.)
	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03	Cenário 04	Cenário 05
Cota (m) *	474,00	470,29	465,23	472,60	467,90
Área (km <sup>2</sup> ) **	402,53	349,12	301,78	387,32	333,98
Volume (hm <sup>3</sup> ) **	8.795	7.368	5.754	8.321	6.669
Vazão média afluente – Qmlt (m <sup>3</sup> /s) *	400,00	346,94	322,36	400,00	170,00
Profundidade média na cota consid. – z (m)	21,85	21,10	19,07	21,48	19,97
Tempo de residência – td (anos)	0,697	0,673	0,566	0,660	1,244
Tempo de residência – td (dias)	254,48	245,79	206,59	240,77	454,03
Taxa de renovação da água no reservatório – ρ (anos)	0,045	0,047	0,056	0,048	0,025
Δ[P] (mg/m <sup>3</sup> ) ***	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Coeficiente de retenção de P – R ****	0,760	0,760	0,759	0,761	0,761
<b>Dados zootécnicos para a espécie estudada</b>					
P ração (kg/t) – Pr (1% P – total)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
P retido no peixe (kg/t) – Pp *****	9,38	9,38	9,38	9,38	9,38
<b>P lançado na água (kg/t) – Pa</b>	<b>6,62</b>	<b>6,62</b>	<b>6,62</b>	<b>6,62</b>	<b>6,62</b>
TCA	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
<b>Capacidade de Suporte Ambiental para P da UHE Chavantes (CSAp)</b>					
<b>Carga máxima do reservatório Lr (kg/ano)</b>	<b>263.258,87</b>	<b>228.183,68</b>	<b>210.697,50</b>	<b>263.899,58</b>	<b>112.156,34</b>
<b>Produção máxima de peixes B (t/ano) – ANA</b>	<b>39.767,20</b>	<b>34.468,83</b>	<b>31.827,42</b>	<b>39.863,99</b>	<b>16.942,05</b>

R.A. = Reservatório de acumulação. <sup>1</sup> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. 2021. Boletim da piscicultura em águas da União 2020. Relatório anual de produção – RAP. Relatório anual de produção - RAP. Câmara Técnica de Gestão de Usos Múltiplos de Recursos Hídricos (CT-UM) e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRG). Ofício CRH nº 03/2021 de 14 de janeiro de 2021. Parecer CT-UM nº 01/2021.

<sup>2</sup> Cenários com a situação real da área aquícola estudada. \* No cenário Médio Operativo (Padrão Sipot), os valores das cotas e vazões correspondem a média de dados históricos da UHE Chavantes de 2010 a 2021 disponibilizados pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) - ONS. No cenário Máximo e Mínimo Operativo (UHE Chavantes - Fartura), os valores das cotas e vazões foram retirados do trabalho de Nogueira et al. (2012), correspondente a região específica de Fartura, SP (aproximadamente 25km de distância do empreendimento aquícola avaliado nesse estudo). Fonte: Nogueira, M.G.; Perbiche-Neves, G.; Naliato, D.A.O. 2012. Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil, Hydropower - Practice and Application, Dr. Hossein Samadi-Boroujeni (Ed.), ISBN: 978-953-51-0164-2, InTech.\*\* No cenário Médio Operativo (Padrão Sipot), os valores de área e volume correspondem ao valor médio da UHE Chavantes conforme apresentado no Catálogo de metadados da ANA (2020) no Relatório técnico de atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE de Chavantes (Quadro 8-3 - Curvas Cota x Área x Volume revisada em 2016, pag. 28). No cenário Máximo e Mínimo Operativo (UHE Chavantes - Fartura), os valores de área e volume correspondem as respectivas cotas conforme apresentado no Relatório técnico de atualização das curvas Cota x Área x Volume de 2020 (Quadro 8-3 - Curvas Cota x Área x Volume revisada em 2016, p. 56 e 67, respectivamente).\*\*\* Lr = (Δ[P] \* Vmin \* (1/td)) / (1-R). Adaptado de: Dillon, P.J.; Rigler, F.H. 1974. A test of a simple nutrient budget model, predicting the phosphorus concentration in lake water. J.Fish.Res.Can. 1771-78. \*\*\*\* R = 0,761\*(1-EXP(-0,0282\*(td x 365))). Fonte: Straškraba, M. 1996. Lake and reservoir management, Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen, v.26, p.193-209.

\*\*\*\*\* Pr: Valores comuns de mercado. Para Pp: Dantas, M.C.; Attayde, J.L. 2007. Nitrogen and phosphorus content of some temperate and tropical freshwater fishes. Journal of Fish Biology 70:100-10.

### **e) Nexo Casual entre o meio geográfico e as características do Filé de Tilápia criadas no reservatório de Chavantes**

Realizou-se um levantamento de estudos que auxiliaram na composição de informações e comprovação da influência do meio geográfico em relação a espécie estudada e demais atributos ambientais, climáticos, zootécnicos utilizados no estudo (Tabela 18). O projeto realizado por Schumila et al. (2020) organizado pela Universidade Norueguesa em parceria com o Centro de Aquicultura da Unesp e a Piscicultura Cristalina Ltda, comparou a composição de aminoácidos com o salmão, sendo que a concentração de glicina na tilápia é duas vezes maior que no salmão e a taurina também apresenta concentração significamente maior (Figura 7). A taurina é um aminoácido semi-essencial para o homem. A taurina está envolvida na desintoxicação, antioxidação, osmorregulação e manutenção da homeostase do cálcio (Schuller-Levis & Park, 2003). É amplamente utilizado como aditivo em algumas bebidas energéticas. Ao comparar a composição de aminoácidos dos filés oriundos de Chavantes com valores de filés de tilápias oriundos de outras áreas (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013); Gryscek et al., (2003); Hagen et al., (1989); Lucas & Sotelo (1980)) foi demonstrado que o filé de tilápia produzido no reservatório de Chavantes apresenta valores nutricionais superiores aos valores de referência (Figura 8). Aminoácidos são fundamentais para saúde humana pois desempenham um papel importante para (1) prevenir lesões teciduais; (2) aumentar a capacidade antioxidativa; (3) promover a síntese de proteínas e a cicatrização de feridas; (4) melhorar a imunidade; e (5) tratar distúrbios metabólicos (Nunes Filho, 1994). Além disso, alguns aminoácidos desempenham importante papel no sabor individual do pescado (Nunes Filho, 1994), conferindo um sabor agradável (Oetterer et al., 2012) e adocicado (Biazussi, 2016). Sendo assim, o Filé de Tilápia Chavantes possui níveis de aminoácidos superiores as tilápias em geral e estas características atribuírem um sabor individual, agradável e adocicado, além de aumentar os valores nutricionais e benefícios para saúde. Logo, essas características estão ligadas ao meio geográfico em que se encontram.

Nos grandes reservatórios artificiais de usinas hidrelétricas no Brasil, é comum apresentarem altas depleções anuais, ou seja, grandes variações nos seus volumes d'água. Essas quedas no volume de água dos reservatórios causam piora da qualidade de água (CODEVASF, 2019) e conseqüentemente afetam o desempenho dos peixes e a qualidade do filé. O reservatório de Chavantes apresenta características distintas com

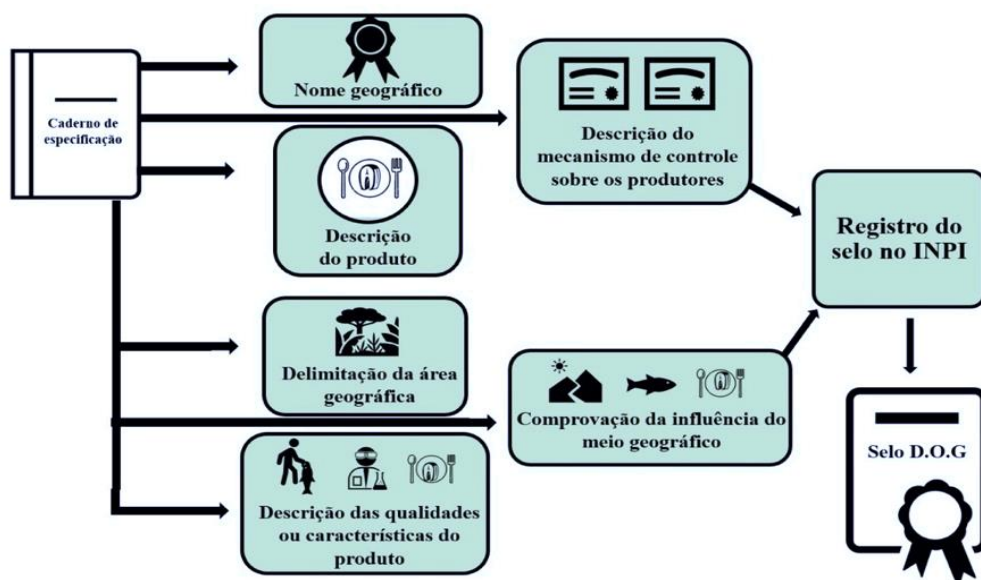
níveis de permanência superiores a maioria dos outros reservatórios. Essas características naturais são distintas, pois permitem uma manutenção da qualidade da água mesmo em períodos de estiagem, onde as grandes perdas produtivas e de desempenho são registradas em outros reservatórios (Barroso et al. 2015).

O formato geográfico do reservatório influencia na estrutura e funcionamento no regime hídrico deste reservatório artificial, conferindo a ele maior estabilidade física, profundidade, volume, área, variação do nível da água e ocorrência de estratificação térmica sazonal (Soares et al., 2008; Nogueira et al., 2012).

O desempenho zootécnico superior e a alta qualidade de filé possui uma intrínseca ligação com os fatores naturais do local como o clima, mas principalmente devido a característica do tipo de reservatório onde a fazenda se encontra instalada. O aspecto que diferencia o reservatório de Chavantes de outros reservatórios artificiais de Usinas Hidrelétricas está no fato que há manutenção dos níveis de água do reservatório, mesmo na época de estiagem, mantendo-se a Q95 (percentual da cota operativa). Esta manutenção se dá pelo regime de operação a fio d'água em determinadas áreas e dendríticas em outras. Isto possibilita uma produção do peixe com uma qualidade de água dentro dos parâmetros ideais para a espécie se desenvolver, ainda torna o filé com características distintas, conforme apresentado anteriormente nas análises centesimais. Os parâmetros limnológicos encontrados no Reservatório de Chavantes estão dentro dos preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, com valores médios de oxigênio dissolvido, fósforo total e pH de 8,7 mg/L, 0,04 mg/L, 7,3, respectivamente (Godoy, 2022).

#### **4.4 Caderno de Especificações Técnicas da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes”**

O caderno de especificação é o documento norteador para a identificação geográfica, sendo de uso coletivo por todos os produtores que desejarem obter o Registro de D.O. (Figura 15). Dessa forma, o caderno de especificações técnicas foi redigido com informações de produções que estão estabelecidos na área geográfica e outras informações obtidas de stakeholders da indústria de tilápia brasileira e da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*).



**Figura 15.** Requisitos indispensáveis para a elaboração do caderno de especificação exigido para registro do selo no Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI.

Segue abaixo os requisitos mínimos que devem constar no caderno de especificações técnicas:

#### a) Nome geográfico

No caderno de especificações deve-se inserir o desenvolvimento do selo para distinguir a Indicação Geográfica. Dessa forma, deve-se criar a identidade visual do selo e validar com o comitê gestor. O nome do selo foi escolhido baseado na região de produção “*Filé de tilápia Chavantes*” (Figura 16) o qual se refere a região do reservatório de Chavantes, São Paulo/Paraná, rio Paranapanema.



**Figura 16.** Selo “*Filé de tilápia Chavantes*”.

Assim, todo produtor que estiver comercializando o filé de tilápia produzida no reservatório e que atenda aos requisitos dos protocolos 01 e 02, podem obter o registro de D.O.

#### **b) Descrição do produto.**

O produto escolhido para ser certificado foi o filé de tilápia produzido na Região do Reservatório de Chavantes (Figura 22). Esse produto tem características únicas atribuídas ao meio geográfico como desempenho zootécnico superior dos peixes e filé com sabor individual, agradável e adocicado, além de aumentar os valores nutricionais e benefícios para saúde. Dessa forma, o produtor de tilápia no Reservatório de Chavantes poderá ser certificado se cumprir todos os requisitos especificados nos protocolos descritos acima. O filé deve possuir um rendimento elevado sendo maior do que 32%. Assim, na piscicultura é realizada a amostragem de 10 peixes capturados em cinco amostragens diferentes em cada lote de produção para verificação desta relação de rendimento de filé, fato adotado para tomada de decisão sobre manejo de despesca e encaminhamento para abate no frigorífico (Tabela 16).

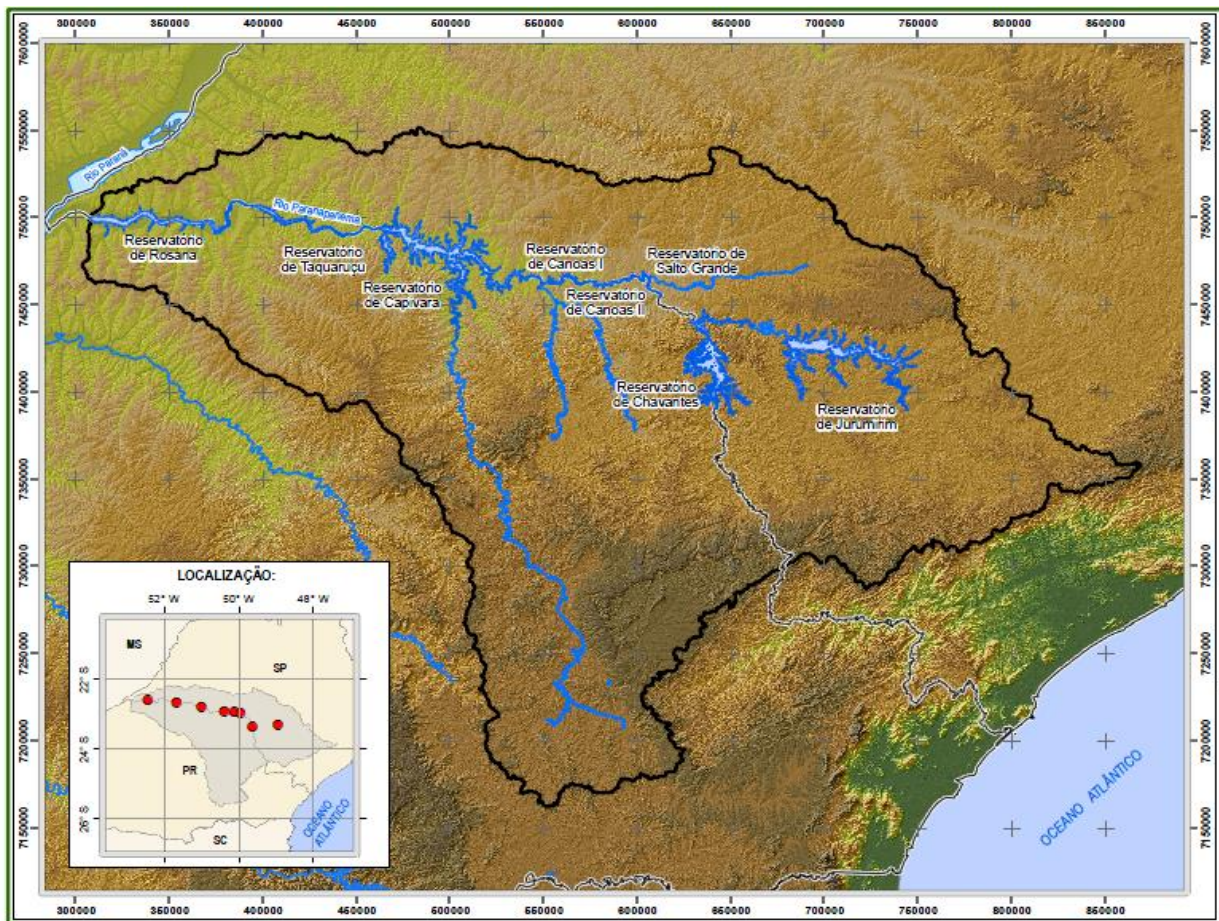
O filé também deve conter valor  $\geq 19\%$  de proteína bruta e apresentar quantidades significativas de aminoácidos. Essas características são obtidas pelo processo de produção, com tomada de decisão de despesca baseada no rendimento de filé, pelo manejo visando o bem-estar, mantendo dentre outras técnicas, uma densidade de estocagem reduzida (média de 40 kg/m<sup>3</sup>) o que garante a saúde, bem-estar e melhor desempenho dos animais. A produção possui um alto nível de controle e monitoramento da sustentabilidade, incluindo aspectos ambientais. O fator natural diferencial da região é o Reservatório em que são criados em uma região Dentrítica, que não sofre impactos negativos iguais aos outros reservatórios em épocas de estiagem, garantindo o alto desempenho do pescado e a manutenção da qualidade da água.

**Tabela 16.** Rendimento do filé de tilápia descrito na literatura e rendimento ideal padrão estabelecido para a obtenção do registro de Denominação de Origem em Chavantes, SP.

<b>Referência / Fonte</b>	<b>Rendimento de filé</b>
Araújo et al. (2013)	31.00%
Barbosa et al. (2011)	33.19%
Diodatii (2006)	32.63%
Clement & Lovell (1994)	25.40%
Farias (2006)	34.20%
Pires et al. (2011)	32%
Santos (2004)	32%
Santos (2015)	33.33%
Silva & Massago (2019)	31.20%
Silva et al. (2018)	28.60%
Souza et al (2005)	32.64%
Souza et al. (1998)	31.73%
Rocha et al. (2018)	31.80%
Rocha et al. (2018)	30.50%
Rocha et al. (2018)	32.18%
Rutten et al. (2004)	34.50%
<b>Tilápia com o selo Chavantes</b>	<b>Maior do que 32%</b>

### c) Delimitação da área geográfica

A construção desta represa teve início em 1959, concluindo-se o enchimento e operação em 1971. A Bacia Hidrográfica do Paranapanema (Figura 17), localiza-se a 474 metros de altitude, com uma declividade relativamente elevada ( $0,60 \text{ m.km}^{-1}$ ). Os principais afluentes do reservatório são os rios Itararé e Verde. O rio formou uma represa do tipo bacia de acumulação a qual apresenta profundidades que chegam a atingir 70 metros nos trechos próximos à barragem, cota máxima útil de 474 m, volume total de  $9.410 \times 10^6 \text{ m}^3$ , área da bacia hidrográfica de  $27.500 \text{ m}^2$  e área do espelho d'água na sua cota máxima é  $400 \text{ km}^2$  (CTG Brasil, 2020).

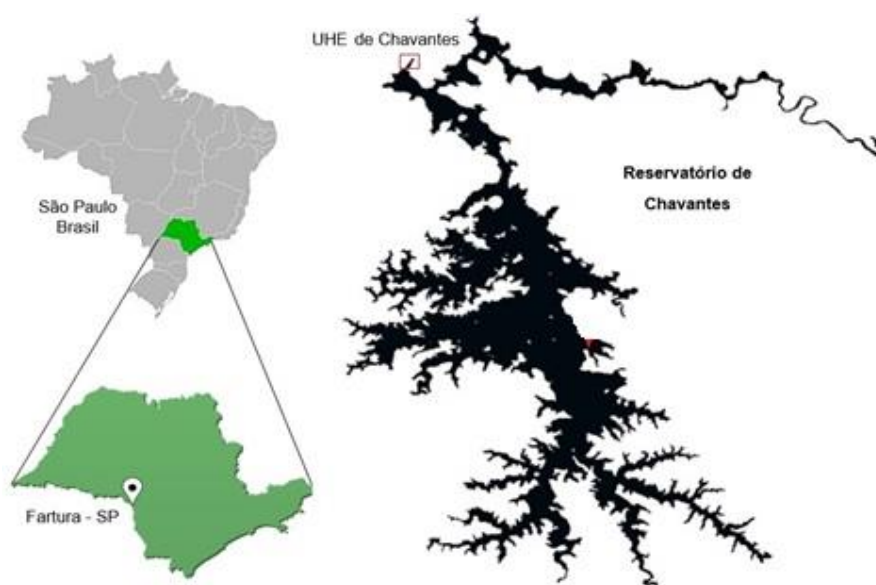


**Figura 17.** Mapa caracterização da bacia hidrográfica do Paranapanema com indicação dos reservatórios de Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Canoas I, Canoas II, Capivara, Taquaruçu e Rosana Fonte: CTG Brasil (2020).

O reservatório da usina hidrelétrica de Chavantes é localizado na cidade de Fartura, no rio Paranapanema, fronteira do estado de São Paulo com o Paraná sob as coordenadas 644.481 E, 7.413.975 N. Chavantes está localizado entre os rios e reservatórios integrantes da política de desenvolvimento da aquicultura em águas da União temos o rio Paranapanema que é um dos mais importantes afluentes da margem esquerda do rio Paraná (Alto Paraná), com aproximadamente 930 km de extensão, sendo que, destes, cerca de 330 km formam divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná (Figura 18), no seu trecho a partir da foz do rio Itararé na parte superior de seu curso (ZOCCHI, 2002).



O reservatório de Chavantes localiza-se no Médio Paranapanema (Figura 16), segundo divisão do rio Paranapanema em trechos proposta por SAMPAIO (1944). Segundo a classificação climática de Köppen, esta região é subtropical úmida (Cwa) (Köppen, 1948), a região da bacia do Paranapanema se caracteriza por ter verões chuvosos, invernos secos e com temperatura média acima de 22°C durante o mês mais quente. O reservatório de Chavantes possui ~400 km<sup>2</sup>, com potência instalada de geração de energia elétrica de 414 MW e com função de acumular água para a regularização da vazão à jusante, sendo assim um típico reservatório de armazenamento com forma dendrítica (Figura 17).



**Figura 20.** Ilustração da morfologia dendrítica do reservatório de Chavantes. Fonte: Godoy (2022).

O formato geográfico do reservatório influencia na estrutura e funcionamento no regime hídrico deste reservatório artificial, conferindo a ele maior estabilidade física, profundidade, volume, área, variação do nível da água e ocorrência de estratificação térmica sazonal (Soares et al., 2008; Nogueira et al., 2012). Assim, foram identificadas as principais características morfométricas e hidrológicas deste reservatório (Tabela 17).

**Tabela 17.** Características morfométricas e hidrológicas do reservatório neotropical de Chavantes, São Paulo, Brasil.

<b>Parâmetro<sup>1</sup></b>	<b>Valor de Referência</b>
Cota (m)	465,23 a 474,00
Área (km <sup>2</sup> )	301,78 a 402,53
Volume de água (hm <sup>3</sup> )	5.754 a 8.795
Vazão média afluente (m <sup>3</sup> /s)	321 a 400
Profundidade média (m)	Até 90
Tempo de residência da água (dias)	> 130

<sup>1</sup> Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT); Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

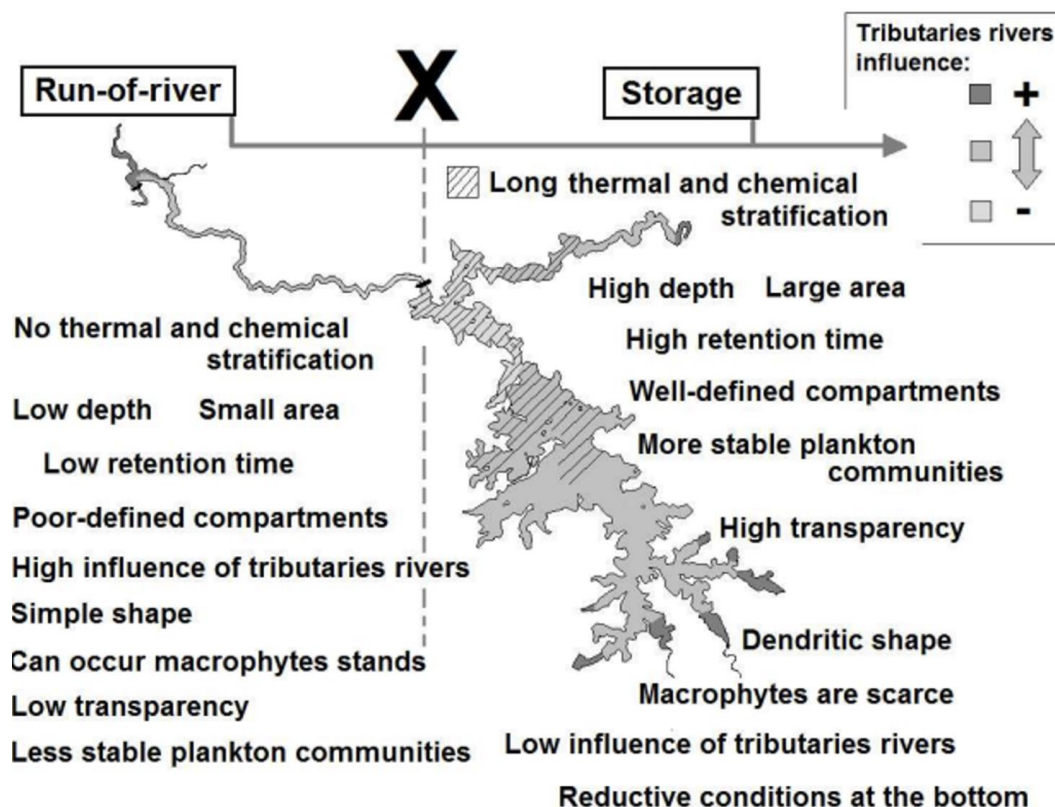
**d) Descrição das qualidades ou características do produto ou serviço que se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos: Bases para registro de DO**

A comprovação de que as qualidades do filé de tilápia sofre influência tanto de fatores naturais quanto humanos, é essencial para evidenciar o diferencial do produto. As produções de tilápia em tanque-rede localizadas no reservatório de Chavantes, comprovaram a existência de fator humano característico na produção de tilápias, com técnicas de produção ambientalmente responsáveis, que incluem o bem-estar animal e que têm uma tomada de decisão diferenciada para despesca, gerando um filé de qualidade superior, com elevados níveis de aminoácidos, que geram um sabor adocicado e de maior valor nutricional, sendo reconhecido pelas melhores e maiores redes de comercialização do pescado no país.

A alta qualidade de filé também possui uma intrínseca ligação com fatores naturais do local como o clima, mas principalmente devido a característica do tipo de reservatório onde a fazenda se encontra instalada. O reservatório de Chavantes possui um regime de operação a fio d'água em determinadas áreas e dentrificas em outras, o que mantém o nível do reservatório constante, mesmo na época de estiagem (Figura 21), fato que diferencia de outros reservatórios artificiais de Usinas Hidrelétricas.

No entanto, o diferencial da fazenda estudada está no fato da área de produção estar numa região que há manutenção dos níveis de água do reservatório, mantendo-se a Q95 (percentual da cota operativa), isto possibilita uma produção com uma qualidade da água dentro dos parâmetros ideais para a espécie se desenvolver, ainda torna o filé com características distintas, conforme apresentado anteriormente nas análises centesimais.

Os parâmetros limnológicos encontrados no Reservatório de Chavantes estão dentro dos preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, com valores médios de oxigênio dissolvido, fósforo total e pH de 8,7 mg/L, 0,04 mg/L, 7,3, respectivamente (GODOY, 2022). Essa qualidade das condições da água, reduzem mortalidade, melhoram a saúde e crescimento dos peixes e promovem as condições ideais para um filé de alta qualidade, diferente e único.



**Figura 21.** Desenho esquemático sintetizando as principais diferenças limnológicas entre os reservatórios de Chavantes (armazenamento) e Slatogrande (fio d'água). Fonte: Nogueira et al. (2012).

### e) Condições e proibições de uso da IG

*Das condições gerais de uso da D.O.*

A adesão ao uso da Indicação Geográfica, na modalidade Denominação de Origem, é de caráter espontâneo e voluntário pelos produtores cuja produção seja originada de fazendas de tilápia em tanque-rede localizadas na área geográfica delimitada e que cumpram na íntegra o presente Caderno de Especificações Técnicas. A autorização será emitida pela entidade responsável pela Indicação Geográfica, seguindo as normas estabelecidas pela mesma.

### *Das Proibições para Uso da D.O.*

As proibições para uso da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” são:

- i. A Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” deve ser usada tal como se encontre registrada no INPI, de forma completa e integral, não podendo sofrer alteração alguma em sua composição nominativa ou gráfica;
- ii. Os usuários da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” não poderão solicitar o registro, em nenhum país ou instituição internacional, de um signo idêntico ou semelhante, ou que de qualquer forma possa induzir a erro, confusão ou aproveitamento da fama e reputação da IG, com exceção da entidade representativa dos produtores, substituta processual junto ao INPO, que, dentro das possibilidades e interesses de mercado, solicitará o registro da IG em tantos países quantos forem necessários e permitirem esta forma de proteção;
- iii. A Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” não poderá ser utilizada de maneira que possa causar descrédito, prejudicar sua reputação ou induzir a erro os consumidores sobre os produtos aos quais se aplica;
- iv. A Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” somente poderá ser utilizada pelas pessoas autorizadas, não podendo nenhum destes conceder licenças ou sublicenças a terceiros;

### *Eventuais sanções aplicáveis.*

A entidade responsável pela IG ou empresa terceirizada estabelecida pela entidade responsável irá monitorar os produtores licenciados para usarem a DO. Caso haja descumprimento do presente Caderno de Especificações Técnicas:

- I. As infrações à DO serão penalizadas com: advertência por escrito; multa e; suspensão temporária, pelo período de 1 (um) ano, da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes”.
- II. Será revogada temporariamente, pelo período de 1 (um) ano, a aprovação de uso da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes”, sem que este usuário possa exigir qualquer indenização, isso sem prejuízo das ações cíveis e criminais cabíveis especialmente no tocante à concorrência

- desleal e à ofensa aos direitos do consumidor. O usuário será novamente autorizado ao uso da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” após o período de revogação e mediante novo credenciamento, desde que sanadas as causas de sua penalização;
- III. O usuário responderá, pelos danos que causar ao substituto processual da Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes” ou a terceiros;
  - IV. O usuário deverá retirar imediatamente do mercado os produtos que ostentem a Denominação de Origem “Filé de Tilápia de Chavantes”.



**Figura 22.** Imagem do produto – filé fresco de tilápia com Denominação de Origem Geográfica da região de Chavantes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo elaborou o caderno de especificação com o auxílio dos dois protocolos e levantamento de material científico, fazendo a delimitação da região no meio geográfico, ou seja, dos fatores naturais e humanos para comprovar que esses fatores imprimem qualidades diferenciais ao filé de tilápia produzido na região do reservatório da UHE de Chavantes, rio Paranapanema, fronteira entre os estados de São Paulo e Paraná, Brasil.

O desenvolvimento desse caderno representou uma inovação, pois trata-se dos primeiros estudos para registro de Denominação de Origem do filé de tilápia do Nilo (espécie que representa 70% da produção nacional) e poderá sintetizar de forma prática e objetiva novas abordagens e procedimentos à serem incorporados pela indústria aquícola, órgãos de fiscalização e outorga no Brasil. Além de inspirar o desenvolvimento para outras espécies de interesse na aquicultura.

Adicionalmente, os protocolos auxiliarão os produtores à obtenção do registro da denominação de origem ("*Filé de Tilápia Chavantes*"), pois contém informações sobre todos os procedimentos e condições que atendam aos padrões de qualidade do pescado, visando a obtenção da Indicação Geográfica. Além disso, o caderno de especificação, elaborado no presente estudo, auxiliará o produtor nos requisitos básicos para a formação do dossiê que deve ser enviado ao INPI, além de exibir a importância de obter o selo do controle de qualidade do produto final e como este selo pode expandir o produto para um mercado consumir cada vez mais exigente.

Os resultados obtidos demonstram que os protocolos são instrumentos eficientes para auxiliar gestores e produtores aquícolas no planejamento e ordenamento da atividade de modo sustentável no reservatório de Chavantes.

**Tabela 18.** Levantamento de estudos que auxiliaram na composição de informações e comprovação da influência do meio geográfico em relação a espécie estudada e demais atributos ambientais, climáticos, zootécnicos utilizados no estudo.

Referência / Fonte	Título	Tipo de pesquisa
Ayroza, DMMR. et al. (2013)	Temporal and Spatial Variability of Limnological Characteristics in Areas under the Influence of Tilapia Cages in the Chavantes Reservoir. Paranapanema River, Brazil	Artigo científico
Ayroza, DMMR. (2012)	Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE de Chavantes, rio Paranapanema, SE/S, Brasil.	Tese de Doutorado
Ayroza, LMS. (2009)	Criação de tilápia-do-Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR.	Tese de Doutorado
Brande, MR. et al. (2021)	Riscos financeiros e aplicação do BSC para tomada de decisão e gestão futura em negócio familiar produtor de tilápia em tanques-rede	Artigo científico
Brande, MR. (2019)	Modelagem financeira e risco econômico da produção comercial de tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) em lagos e reservatórios tropicais.	Dissertação de Mestrado
Bueno, GW. et al. (2019)	Aquability-metodologia para determinação de resíduos e gestão da capacidade de suporte para produção de pescados em reservatórios.	Capítulo em livro técnico
Bueno, GW. (2015)		Tese de Doutorado

	Modelo bioenergético nutricional e balanço de massas para o monitoramento e estimativa de efluentes da produção comercial de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) em reservatório tropical.	
Brandão, H. et al. (2021)	Fish-food interaction network around cage fish farming in a neotropical reservoir	Artigo científico
Brandão, H. et al. (2021)	Rede de interações peixe-alimento ao redor de piscicultura com tanque-rede em um reservatório neotropical	Artigo científico
Brandão, H. et al. (2013)	Influence of cage fish farming on the diet and biological attributes of <i>Galeocharax knerii</i> in the Chavantes reservoir, Brazil	Artigo científico
Brandão, H. (2010)	Biologia populacional com ênfase na dieta das principais espécies de peixes agregados a um sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Chavantes (médio rio ParanapanemaSP/PR)	Tese de Doutorado
Castilho, IG. (2012)	Qualidade microbiológica do ambiente e da tilápia-do-Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) produzida em sistema de tanques-rede no reservatório de Chavantes, SP	Dissertação de Mestrado
Costa, AAP. (2014)	Densidade de estocagem sobre o desempenho e estresse de juvenis de tilápias ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) em tanques-rede	Dissertação de Mestrado
Cunha-Santino MB. (2016)	Morphometry and retention time as forcing functions to establishment and maintenance of aquatic macrophytes in a tropical reservoir	Artigo científico

Estigoni, MV. (2012)	Influência da quantidade e disposição de dados na modelação de terrenos aplicada a batimetria de reservatórios. Estudos de caso: UHE Três Irmãos - SP e UHE Chavantes - SP	Dissertação de Mestrado
Fialho, NS. (2021)	Environmental sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a neotropical region	Artigo científico
Fialho, NS. (2020)	Bioteecnologia aplicada na certificação e melhoria de processos de qualidade do pescado produzidos em fazendas de alta produção em lagos tropicais	Tese de Doutorado
Felisberto, AS. & Rodrigues, L. (2005)	Periphytic community of reservoirs cascade in the Paranapanema river, Brazil	Artigo científico
Godoy, ME. (2020)	Protocolo tecnológico para gestão da capacidade de suporte e certificação de responsabilidade socioambiental aplicado na produção comercial de tilápia em sistema intensivo	Dissertação de Mestrado
Kudo, FA. (2011)	Estudo comparativo das associações de macroinvertebrados bentônicos e do sedimento dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP, PR) e avaliação toxicológica da água e sedimento	Tese de Doutorado
Magnoni, APV. (2009)	Ecologia trófica das assembléias de peixes do reservatório de Chavantes (Medio rio Paranapanema. SP/PR)	Tese de Doutorado

Nogueira, MG. et al. (2006)	Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos): Um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR).	Capítulo de livro
Nogueira, MG. et al. (2012)	Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil	Capítulo de livro
Penariol, IC (2020)	Produção intensiva de tilápia em tanques rede - Impactos e capacidade suporte ecológica em área aquícola de reservatório hidrelétrico do sudeste brasileiro	Tese de doutorado
Pomari, J. (2010)	Efeitos da tilapicultura em tanques-rede sobre as assembléias zooplanctônicas do Reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR).	Dissertação de Mestrado
Rubio, MF. (2015)	Gênese e dinâmica de erosões em margens de reservatórios. Pesquisa e desenvolvimento no estudo de caso nas UHEs Chavantes e Rosana (rio Paranapanema, SP/PR)	Tese de Doutorado
Rosanova, C. et al. (2019)	Monitoramentda aquicultura em reservatório continentais por meio do índice de estado trófico	Artigo científico
Zica, EOP. (2008)	Análise parasitológica de peixes em sistemas de tilapicultura em tanques-redes e suas inter-relações com a ictiofauna residente e agregada	Dissertação de Mestrado

## 6. REFERÊNCIAS

- ANA (2009) Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Nota Técnica n.009/2009/GEOOUT/SOF-ANA: atualização na metodologia de análise de pedidos de outorga para piscicultura em tanques-rede. Brasília, 2009. 3p.
- ANA (2020) Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Catálogo de meta dados da ANA. Relatório técnico de atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE de Chavantes. 115p. Disponível em <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b8f0487a-df73-4f8d-8b22-bb49cf9f3683>.
- APHA (2017) Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, DC.
- Araújo MT, de Lima PCM, dos Santos ÍGS, Roberto P, Oliveira Filho C (2013) Avaliação do rendimento de filé da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes modos de filetagem. eventosufrpe.com.br
- Ayroza, DMMR (2012) Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE de Chavantes, rio Paranapanema, SE/S, Brasil. Programa de Pós Graduação em Aquicultura da Unesp – Centro de Aquicultura da Unesp. Jaboticabal. 130p. Tese de Doutorado.
- Banhara, D. G. D. A., Mendonça, W. C. B., Goes, E. S. D. R., Goes, M. D., Braz, P. H., & Honorato, C. A. (2021). Effect of different stocking densities on pre-slaughter stress based on respiratory parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Instituto de Ecologia y Ciencias Ambientales*, 16(3). <https://doi.org/10.54451/PanamJAS.16.3.270>
- Barbosa ACB, Carneiro PLS, Malhado CHM, Affonso PDM, Carneiro JCS, da Rocha LG, Carneiro J (2011) Desempenho e avaliação sensorial de duas linhagens de tilápia do Nilo. Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- Barroso R, Pedroza Filho MX, Routledge E, Evangelista B, Sabbag O, Tahim E, ... & Albuquerque R (2015) Long droughts and its impacts on the tilapia's market in Brazil. In: Fenacam & Lacqua/Sara (Was)'15.; Latin American & Caribbean Aquaculture 15.; South American Regional Aquaculture 15.; International Shrimp Farming Symposium, 12.; International Aquaculture Trade Show, 12.; International Aquaculture Symposium, 9.; Tilapia Economic Forum, 3., 2015, Fortaleza. Abstracts... Fortaleza: ABCC: World Aquaculture Society.

- Biazussi, BR (2016) Avaliação do efeito do jateamento profilático com diferentes pós abrasivos na superfície de componentes de próteses sobre implante: Estudo *in vitro*. Trabalho de Conclusão de Curso. Available at: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/163923/TCCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Brandão H, Nobile AB, Souto AC, Ramos IP, Sousa JQ, Carvalho ED (2013) Influence of cage fish farming on the diet and biological attributes of *Galeocharax knerii* in the Chavantes reservoir, Brazil. *Boletim Instituto da Pesca*, 39(2): 157-167.
- Brandão H, Lange D, Blanco DR, Ramos IP, Sousa JQD, Nobile AB, Carvalho ED (2021) Fish-food interaction network around cage fish farming in a neotropical reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33.0
- Brandão H, Lange D, Blanco DR, Ramos IP, Sousa JQD, Nobile AB, Carvalho ED (2021) Rede de interações peixe-alimento ao redor de piscicultura com tanque-rede em um reservatório neotropical. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33.
- Brande, M. da R., Santos, D. F. L., Fialho, N. S., Proença, D. C., Ojeda, P. G., Godói, F. C. M., Roubach, R., & Bueno, G. W. (2023). Economic and financial risks of commercial tilapia cage culture in a neotropical reservoir. *Heliyon*, 9(6), e16336. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16336>
- BRASIL (1996) LEI nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de maio de 1996, nº. 93, Seção 1, p.1, 1996. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm)> Acesso: 11 jul. 2023.
- Bruch L, Cerdan C, Locatelli L, Copetti M, Lima da Silva, A (2009) Indicação geográfica de produtos agropecuários: Aspectos legais, importância histórica e atual. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2013103760>
- Bueno, G.; Bernal, F.; Roubach, R.; Skipper Skipper-Horton, J.; Sampaio, F.; Fialho, N.; Bureau, D. (2023) Modeling of waste outputs in the aquatic environment from a commercial cage farm under neotropical climate conditions. **Aquaculture Environment Interactions**, [s. l.], v. 15, p. 133–144. <https://doi.org/10.3354/aei00457>
- Castilho IG (2012) Qualidade microbiológica do ambiente e da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida em sistema de tanques-rede no reservatório de Chavantes, SP. Dissertação de mestrado, Repositório UNESP.

- Clement S, Lovell RT (1994) Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 119: 299-310.
- CODEVASF (2019) Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede. 3.ed. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 80p.
- Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013), método 45. MA-009 HPLC - White Ja, Hart Rj, Fry Jc. An Evaluation of The Waters Pico-Tag System For The Amino-Acid-Analysis of Food Materials. *Journal of Automatic Chemistry* 8(4): 170-177 oct-dec 1986.
- CONAMA (2005) Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- Costa ÂAP (2014) Densidade de estocagem sobre o desempenho e estresse de juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. [Repositorio.unb.br](http://repositorio.unb.br).
- CTG Brasil (2020) Chavantes, uma das usinas mais importantes do Paranapanema, comemora 50 anos. <https://www.ctgbr.com.br/chavantes-uma-das-usinas-mais-importantes-do-paranapanema-comemora-50-anos/>.
- Cunha-Santino MB, Fushita AT, Peret AC, Bianchini-Junior I (2016) Morphometry and retention time as forcing functions to establishment and maintenance of aquatic macrophytes in a tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, 76: 673-685.
- Diodatti FC (2006) Medidas morfométricos no peso e rendimento de componentes corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). [pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org)
- Estigoni MV (2012) Influência da quantidade e disposição de dados na modelação de terrenos aplicada a batimetria de reservatórios. Estudos de caso: UHE Três Irmãos-SP e UHE Chavantes-SP. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- Farias JLLD (2006) Rendimento do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). [dspace.sti.ufcg.edu.br](http://dspace.sti.ufcg.edu.br)
- Felisberto SA, Rodrigues L (2005) Periphytic community of reservoirs cascade in the Paranapanema river, Brazil. *Acta Scientiarum*, 27(3): 215-223.
- Fialho NS, Valenti WC, David FS, Godoy EM, Proença DC, Roubach R, Bueno GW (2021) Environmental sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a neotropical region. *Ecological Indicators*, v.129, p.108008. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108008>.

- Galvão JA, Oetterer M (2014) Qualidade e processamento de pescado. 1st ed. Rio de Janeiro, Brazil: Elsevier.
- Godoi FCM (2021) Benchmarking Zootécnico e Viabilidade Bioeconômica de Variedades Comerciais de Tilápia Produzidas em Tanques-Rede para o Mercado Atacadista de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Godoy EM (2022) Protocolo tecnológico para gestão da capacidade de suporte ambiental e outorga da produção de tilápias em reservatório neotropical sob diferentes cenários climáticos, zootécnicos e ambientais. Dissertação (mestrado).
- Gryschek, S. F. B.; Oetterer, M.; Gallo, C. R. (2003). Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and red tilapia *Oreochromis* spp. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Binghamton, 12 (3): 57-69, 2003.
- Hagen Sr, Frost B, Augustin J. (1989) Precolumn Phenylisothiocyanate Derivatization And Liquid-Chromatography of Amino-Acids in Food. *Journal of The Association of Official Analytical Chemists* 72 (6): 912-916 Nov-Dec1989.
- INPI (2010) Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Regulamento de Uso. Programa de Certificação das Unidades Produtoras e Cadeia de Custódia da Carcinicultura da Costa Negra. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/cadernos-de-especificacoes-tecnicas/CostaNegra.pdf>
- INPI (2021) Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Revista da Propriedade Industrial Nº 2636 13 de Julho de 2021. Indicações Geográficas Seção IV. Disponível em: [http://revistas.inpi.gov.br/pdf/Indicacoes\\_Geograficas2636.pdf](http://revistas.inpi.gov.br/pdf/Indicacoes_Geograficas2636.pdf)
- INPI (2022) Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Portaria INPI/PR nº 04, de 12 de janeiro de 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/legislacao-ig/PORT\\_INPI\\_PR\\_04\\_2022.pdf](https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/legislacao-ig/PORT_INPI_PR_04_2022.pdf). Acesso: 11 jul. 2023.
- INPI (2023) Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Manual de Indicações Geográficas. Disponível em: <https://manualdeig.inpi.gov.br/projects/manual-de-indicacoes-geograficas/wiki>. Acesso: 11 jul. 2023.
- Kudo FA (2011) Estudo comparativo das associações de macroinvertebrados bentônicos e do sedimento dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP, PR) e avaliação toxicológica da água e sedimento. Tese de doutorado.

- Le Guerroué JL (2020) Um freio ao desenvolvimento das indicações geográficas: o desconhecimento dos consumidores. *Brazilian Journal of Development*, 6(8): 59013-59021.
- Leite MA, Espíndola ELG (2002) Análise do processo de eutrofização entre os Reservatórios de Salto Grande (22°44'S e 47°15'W) e do Lobo (22°10'S e 47°57'W). *Recursos Hidroenergéticos-usos, impactos e planejamento integrado*. São Carlos, p. 107-116.
- Lucas B, Sotelo A (1980) Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods, *Analytical Biochemistry*, Volume 109, Issue 1, 1980, Pages 192-197, ISSN 0003-2697, [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(80\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(80)90028-7).
- Maciel EDS, Savay-da-Silva LK, Vasconcelos JS, Sonati JG, Galvão JA, Lima LKFD, Oetterer M (2013) Relationship between the price of fish and its quality attributes: a study within a community at the University of São Paulo, Brazil. *Food Science and Technology*, 33(3): 451-456.
- Magnoni APV (2009) *Ecologia trófica das assembleias de peixes do reservatório de Chavantes (Medio rio Paranapanema. SP/PR)*. Tese de doutorado.
- MCTI (2020) Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Portaria Nº 3.896, de 16 de outubro de 2020. Institui a estrutura de governança do Adapta Brasil MCTI - Contribuição da Ciência para Medidas de Adaptação. *Diário Oficial da União*. Ed. 200, Seção 1, p. 5. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-3.896-de-16-de-outubro-de-2020-283475047>
- Minozzo MG, Dieterich F (2007) Filés frescos e congelados de tilápias. In: BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. *Industrialização de tilápias*. Toledo: GFM, 2007. 49-61.
- Moretti, V. M., Turchini, G. M., Bellagamba, F., & Caprino, F. (2003). Traceability Issues in Fishery and Aquaculture Products. *Veterinary Research Communications*, 27, 497–505. <https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000014207.01900.5c>
- Nogueira MG, Neves GP, Naliato DAO (2012) Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil, *Hydropower - Practice and Application*, Dr. Hossein Samadi-Boroujeni (Ed.), ISBN: 978-953-51-0164-2, InTech. <https://doi.org/10.5772/31829>.

- Nunes Filho IB (1994) Controle sanitário do pescado. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 25 f.
- Oetterer M, Galvão JA, Savay-da-Silva LK (2012) Os desafios para manter o pescado fresco e com qualidade gastronômica. *Visão Agrícola*, 8(11): 128-130.
- Ogawa M, Maia EL (1999) Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: VARELA, 1999, 430p.
- Ono EA, Kubtiza F (2003) Cultivo de peixes em tanque-rede. Jundiaí, ed. 3, 112p.
- Penariol IC (2020) Produção intensiva de tilápia em tanques rede-Impactos e capacidade suporte ecológica em área aquícola de reservatório hidrelétrico do sudeste brasileiro. Repositório Unesp.
- Peixe BR (2021) Anuário PeixeBr da Piscicultura 2021 (2022). Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.
- Pires AV, Pedreira MM, Pereira IG, Fonseca Júnior AD, Araújo CV, Silva LHD (2011) Prediction of yield and weight of Nile tilapia fillet. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(3): 315-319.
- Rocha RL, Ferreira JM, Lopes TOM, Gomes LC (2018) Análise morfométrica, bromatológica e sensorial de tilápia do Nilo vacinada contra *Streptococcus agalactiae*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 44(1): 100-104.
- Rosanova C, Pinho ES, Matos FT, Akama A, Bueno GW, Macedo DB (2019). Monitoramento da aquicultura em reservatórios continentais por meio do índice de estado trófico. [alice.cnptia.embrapa.br](http://alice.cnptia.embrapa.br)
- Rubio MF (2014) Gênese e dinâmica de erosões em margens de reservatórios. Pesquisa e desenvolvimento no estudo de caso nas UHEs Chavantes e Rosana (rio Paranapanema, SP/PR) (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Rutten MJM, Bovenhui H, Komen H. (2004) Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 231: 113-122.
- Santos VBD (2004) Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*). [pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org)

- Santos VGDN (2015) Rendimento corporal, composição centesimal e resistência do couro de tilápia *Oreochromis niloticus*, produzida em viveiros escavados e tanques-rede. 38 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Toledo, 2015.
- Schuller-Levis GB, Park E (2003) Taurine: new implications for an old amino acid, FEMS Microbiology Letters, Volume 226, Issue 2, Pages 195–202, [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00611-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00611-6)
- Shumilina E, Dykyy A, Dikiy A (2018) Development of a statistical model to detect quality and storage conditions of Atlantic salmon. Food chemistry, 258: 381-386
- Shumilina, E. ; Bueno, G. W. ; Fialho, N. S. ; Nakata, G. M. ; Nakata, M. Y. (2020) O terruá da tilápia brasileira!. Panorama da Aquicultura, p. 58 - 63, 06 jul. 2020.
- Siewert R, Aveni A (2020) A indicação geográfica e seus impactos socioeconômicos e culturais por meio do estudo de caso da região de corupá. Revista Coleta Científica, 4(7): 28-45.
- Silva CM (2023) Monitoramento ambiental para manejo e gestão do risco climático em pisciculturas instaladas em lagos e reservatórios neotropicais. Dissertação (mestrado).
- Silva LM, Savay-da-Silva LK, Abreu JG, Figueiredo EE (2018) Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Boletim do Instituto de Pesca, 42(1): 252-257.
- Silva BC, Massago H (2019) Relação do perfil proteico de dietas comerciais no desempenho de tilápia-do-nilo. Agropecuária Catarinense, 32(3): 73-77.
- Soares MCS, Marinho MM, Huszar VLM, Branco CWC, Azevedo SMFO (2008) The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. Lakes and Reservoirs: Research and Management, 13(4): 257-269. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1770.2008.00379.x>
- Souza MLRD, Viegas EMM, Sobral PJDA, Kronka SDN (2005) Efeito do peso de tilápia no nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. Food Science and Technology, 25(1): 51-59.
- Souza MLRD, Macedo-Viegas EM, Kronka SDN (1998) Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 28(1): 1-6.

Valente MER, Perez R, Ramos AM, Chaves JBP (2012) Indicação geográfica de alimentos e bebidas no Brasil e na União Europeia. *Ciência Rural*, 42: 551-558.

Vázquez-Sánchez D, García EES, Galvão JA, Oetterer M (2020) Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(3): 307-319.

WIPO (2020) Geographical Indications An Introduction. Disponível em: [https://www.wipo.int/geo\\_indications/en/](https://www.wipo.int/geo_indications/en/).

Zica EOP (2008) Análise parasitológica de peixes em sistemas de tilapicultura em tanques-redes e suas inter-relações com a ictiofauna residente e agregada. Botucatu: Universidade Estadual Paulista.

## 7. ANEXOS

**ANEXO A.** Base de dados da literatura com informações zootécnicas e de temperatura da água das variedades de tilápia cinza e vermelha produzidas em tanques-rede sob condições tropicais, utilizadas para comparar e validar processos de manejo e desempenho zootécnico.

Fonte	Variedade	Linhagem	PB (%)	EB (kJ/g)	TA (%)	TR (m <sup>2</sup> )	D (peixe/m <sup>2</sup> )	T (°C)	TC (dias)	CA	Pi (kg)	Pf (kg)	S (%)	TGC estimado								
Marengoni (2006)	Cinza	Chitralada	32	ND	3 a 2	4	250	23,80	135	1,54	0,077	0,540	98,53	0,012								
							300	23,80	135	1,55	0,079	0,530	99,06	0,012								
							350	23,80	135	1,65	0,080	0,502	98,93	0,011								
							400	23,80	135	1,75	0,080	0,487	98,27	0,011								
Moraes et al. (2009)	Cinza	Chitralada	32	ND	3 a 2	4	200	28,40	84	1,46	0,048	0,455	79,50	0,017								
								28,40	84	1,34	0,048	0,426	88,25	0,016								
								28,40	84	1,50	0,048	0,492	79,59	0,018								
								28,40	84	1,51	0,048	0,397	79,17	0,016								
								28,40	84	1,59	0,048	0,411	76,25	0,016								
								Saraiva et al. (2009)	Cinza	Chitralada	55% <sup>1</sup> 45% <sub>1</sub>	ND	12,5 - 6,5 a 8 <sup>2</sup>	5	800	28,10	54	0,99	0,001	0,038	94,90	0,016
															950	28,10	54	1,09	0,001	0,037	90,10	0,016
															1100	28,10	54	1,06	0,001	0,033	94,50	0,015
								Costa et al. (2019)	Cinza	GIFT	32	ND	100 <sup>3</sup>	48	208	27,75	56	1,84	0,430	0,822	94% <sup>4</sup>	0,012
																27,75	56	1,76	0,430	0,805	94% <sup>4</sup>	0,011
																27,75	56	1,49	0,430	0,803	94% <sup>4</sup>	0,011
								Sampaio e Braga (2005)	Cinza	Chitralada	32	ND	ND	4	150	26,00	130	1,54	0,031	0,682	89,96	0,017
															200	26,00	130	1,53	0,031	0,658	90,19	0,016
															250	26,00	130	1,53	0,031	0,641	89,13	0,016
Botaro et al. (2007)	Cinza	Oreochromis niloticus	29,05	ND	ND	2	25	27,55	91	1,69	0,036	0,254	ND	0,012								
								27,55	91	1,68	0,035	0,274	ND	0,012								
								26,56	91	1,68	0,033	0,265	ND	0,012								
								24,54	91	1,77	0,034	0,252	ND	0,012								
Calderon e Ferreira (2004)	Cinza	Oreochromis niloticus	29,05	ND	ND	20,5	37,5	26,50	280	1,74	0,007	0,900	ND	0,010								
								28,00	180	1,66	0,120	0,600	ND	0,007								

<b>Pedreira et al. (2016)</b>	Cinza	Tailandesa	32	ND	5	1	150	23,90	180	3,20	0,061	0,450	ND	0,009						
							180	23,90	180	2,60	0,061	0,433		0,008						
							210	23,90	180	2,00	0,061	0,390		0,008						
							150	23,90	180	3,20	0,061	0,452		0,009						
							180	23,90	180	2,50	0,061	0,435		0,008						
		GIFT					210	23,90	180	1,90	0,061	0,395		0,008						
<b>Leonardo e Baccharin (2014)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	32	ND	10,7, 5, 3, 2 <sup>5</sup>	4	100	23,85	150		0,025	0,515	88,20	0,014						
							150	23,85	150	ND	0,025	0,512	77,16	0,014						
							200	23,85	150		0,025	0,491	72,79	0,014						
<b>Leonardo et al. (2018)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	32	0,06	2,5	4	150	26,10	180	1,40	0,005	0,398		0,012						
														20	24,90	60		0,459	0,735	0,009
<b>Koch et al. (2014)</b>	Cinza	Supreme	26	ND	2	1	100	24,90	60	ND	0,442	0,771	ND	0,010						
														23	24,90	60		0,459	0,766	0,010
														26	24,90	60		0,450	0,783	0,010
														29	24,90	60		0,449	0,785	0,010
														32	24,90	60		0,452	0,793	0,011
															24,90	60		0,447	0,768	0,010
															24,90	60		0,452	0,743	0,009
<b>Araujo et al. (2010)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	32	1814,00	5,5 a 2	3,14	100	26,00	112		0,080	0,650	99,80	0,015						
							150	26,00	112		0,080	0,530	97,71	0,013						
							200	26,00	112		0,080	0,450	98,34	0,012						
<b>Paiva et al. (2008)</b>	Cinza	Tailandesa	36	ND	3 a 4	1	200	28,65	76	0,97	0,080	0,613	97,30	0,019						
							250	28,65	76	0,99	0,080	0,582	95,00	0,019						
							300	28,65	76	1,02	0,080	0,533	91,80	0,017						
<b>Oliveira (2007)</b>	Cinza	Oreochromis	32	ND	2	1	ND	25,00	120	1,73	0,185	0,490	98,00	0,007						
								25,00	120	1,67	0,184	0,454	100,00	0,007						
								25,00	120	1,70	0,186	0,615	99,00	0,009						
								25,00	120	1,70	0,187	0,610	98,00	0,009						
								25,00	120	1,96	0,187	0,681	95,00	0,010						
	25,00	120	1,87	0,192	0,684	98,00	0,010													
<b>Scorvo-Filho et al. (2006)</b>	Cinza	Tailandesa	36	ND	3	1	200	26,40	76	0,97	0,080	0,613	97,30	0,021						
							250	30,80	76	1,00	0,080	0,510	92,00	0,016						
							250	26,40	76	0,99	0,080	0,582	95,00	0,020						
							300	30,80	76	1,10	0,080	0,483	92,80	0,015						
							300	26,40	76	1,02	0,080	0,533	91,80	0,019						
	30,80	76	1,11	0,080	0,474	90,80	0,015													
<b>Mainardes-Pinto et al. (2007)</b>	Cinza	Tailandesa	36	ND	3 e 1,5 <sup>6</sup>	1	250	25,45	120	1,27	0,049	0,504	89,30	0,014						
							250	25,45	120	1,37	0,052	0,407	63,00	0,012						

			0					23,40	28	3,44	0,117	0,142	56,67	0,005
			20					23,40	28	3,87	0,116	0,144	93,30	0,006
			40					23,40	28	3,27	0,117	0,137	83,30	0,004
			60					23,40	28	4,38	0,116	0,137	83,30	0,004
			0					23,40	28	3,44	0,142	0,165	56,67	0,004
			20					23,40	28	3,87	0,144	0,165	93,30	0,004
			40					23,40	28	3,27	0,137	0,164	83,30	0,005
			60					23,40	28	4,38	0,137	0,161	83,30	0,004
			0					23,40	28	3,44	0,165	0,189	56,67	0,004
			20					23,40	28	3,87	0,165	0,193	93,30	0,004
			40					23,40	28	3,27	0,164	0,199	83,30	0,006
			60					23,40	28	4,38	0,161	0,185	83,30	0,004
<b>Medri, Medri e Caetano-Filho (2005)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	0	2	1	10		23,40	28	3,44	0,189	0,207	56,67	0,003
			20					23,40	28	3,87	0,193	0,204	93,30	0,002
			40					23,40	28	3,27	0,199	0,225	83,30	0,004
			60					23,40	28	4,38	0,185	0,199	83,30	0,002
			0					23,40	28	3,44	0,207	0,232	56,67	0,004
			20					23,40	28	3,87	0,204	0,242	93,30	0,005
			40					23,40	28	3,27	0,225	0,249	83,30	0,003
			60					23,40	28	4,38	0,199	0,219	83,30	0,003
			0					23,40	28	3,44	0,232	0,241	56,67	0,001
			20					23,40	28	3,87	0,242	0,290	93,30	0,006
			40					23,40	28	3,27	0,249	0,293	83,30	0,005
			60					23,40	28	4,38	0,219	0,238	83,30	0,003
<b>Mainardes-Pinto et al. (2011)</b>	Cinza	Tailandesa	36	ND	3 a 4 e 1 a 2 7	1	200	22,70	126	1,31	0,054	0,525	95,00	0,015
							250	22,70	126	1,44	0,054	0,468	96,00	0,014
							300	22,70	126	1,50	0,054	0,452	92,70	0,014
<b>Novaes (2010)</b>	Cinza	Supreme	40 e 32	ND	8 a 1	6	153	23,90	119	1,80	0,032	0,514	99,50	0,017
						18	157	23,90	119	2,23	0,088	0,537	97,60	0,013
<b>Maeda et al. (2010)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	36	ND	ND	0,18	700	28,40	43	1,75	0,005	0,042	90,48	0,015
							1000	28,40	43	1,70	0,005	0,039	86,67	0,014
							1300	28,40	43	1,79	0,005	0,031	90,95	0,012
<b>Sousa et al. (2006)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	36 e 32	ND	ND	1	170	24,00	63	0,95	0,018	0,146	94,10	0,017
								24,00	63	0,98	0,015	0,145	96,10	0,018
								24,00	63	0,86	0,016	0,149	95,90	0,018
								24,00	63	0,92	0,016	0,132	92,70	0,017
								24,00	63	0,84	0,016	0,141	96,50	0,018
								24,00	63	0,77	0,016	0,170	93,70	0,020
<b>Calumby et al. (2014)</b>	Cinza	Chitralada	48	ND	18 a 6	6	500	31,26	42	1,76	0,001	0,031	65,76	0,016
							584	31,26	42	1,58	0,001	0,031	60,29	0,016
							667	31,26	42	1,75	0,001	0,028	59,34	0,015
							750	31,26	42	1,70	0,001	0,023	55,84	0,014
							834	31,26	42	1,45	0,001	0,029	54,68	0,015

									22,41	30	0,001	0,018		0,023	
									22,41	30	0,001	0,018		0,022	
									22,41	30	0,001	0,017		0,023	
									22,41	30	0,001	0,018		0,023	
									22,41	30	0,018	0,043		0,013	
									22,41	30	0,018	0,043		0,013	
									22,41	30	0,017	0,039		0,013	
									22,41	30	0,018	0,043		0,013	
									22,41	30	0,043	0,067		0,008	
									22,41	30	0,043	0,067		0,008	
									22,41	30	0,039	0,064		0,009	
<b>Medri, Pereira e Leonhardt (1999)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	28	ND	ND	4,5	5		22,41	30	ND	0,043	0,067	ND	0,008
									22,41	30	ND	0,067	0,084		0,005
									22,41	30	ND	0,067	0,084		0,005
									22,41	30	ND	0,064	0,078		0,004
									22,41	30	ND	0,067	0,084		0,005
									22,41	30	ND	0,084	0,098		0,003
									22,41	30	ND	0,084	0,104		0,005
									22,41	30	ND	0,078	0,093		0,004
									22,41	30	ND	0,084	0,100		0,004
									22,41	30	ND	0,098	0,138		0,008
									22,41	30	ND	0,104	0,145		0,008
									22,41	30	ND	0,093	0,136		0,009
									22,41	30	ND	0,100	0,137		0,008
									24,40	28	ND	0,153	0,237		0,012
									24,40	40	ND	0,237	0,345		0,008
<b>Leonhardt e Urbinati (1999)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	28	ND	1 a 3	6,4	3		24,40	31	ND	0,345	0,377	ND	0,003
									24,40	28	ND	0,155	0,245		0,013
									24,40	40	ND	0,245	0,357		0,009
									24,40	31	ND	0,357	0,396		0,003
							100		26,33	55	0,87	0,043	0,372	98,07	0,025
<b>Ayroza (2009)</b>	Cinza	Chitralada	42	ND	8 a 2,8	6	200		26,33	55	0,98	0,042	0,302	98,35	0,022
							300		26,33	55	1,14	0,043	0,254	97,77	0,020
							400		26,33	55	1,30	0,044	0,225	97,49	0,018
			43,85						26,50	30	ND	0,000	0,000	92,00	0,006
<b>Meurer et al. (2008)</b>	Cinza	Oreochromis niloticus	43,77	ND	ND	0,2	250		26,50	30	ND	0,000	0,000	89,50	0,007
			43,68						26,50	30	ND	0,000	0,001	81,00	0,008
			43,64						26,50	30	ND	0,000	0,001	83,50	0,008

						6	145	26,90	27		0,080	0,212	88,96	0,023
						18	142	27,20	35		0,212	0,362	87,12	0,012
						18	140	22,70	27		0,362	0,530	85,89	0,016
						18	140	20,40	29	1,84	0,530	0,646	85,89	0,009
						18	138	18,90	28		0,646	0,720	85,66	0,006
						18	136	20,80	38		0,720	0,694	83,43	-0,001
						18	134	20,10	26		0,694	0,874	82,21	0,014
						6	222	26,90	27		0,080	0,155	90,80	0,014
						18	217	27,20	35		0,155	0,279	88,75	0,012
						18	215	22,70	27		0,279	0,379	88,00	0,011
						18	214	20,40	29	1,43	0,379	0,497	87,53	0,012
						18	206	18,90	28		0,497	0,549	84,25	0,005
						18	206	20,80	38		0,549	0,573	84,25	0,001
						18	205	20,10	26		0,573	0,734	83,84	0,014
						6	489	26,60	34		0,016	0,096		0,023
						6	125	27,40	29	5,43	0,096	0,217	97,76	0,018
						18	122	26,90	27		0,217	0,325		0,012
						6	491	26,60	34		0,017	0,081		0,020
						6	153	27,40	29		0,081	0,130		0,009
						18	150	26,90	27	3,13	0,130	0,220	87,00	0,013
						18	147	27,20	35		0,220	0,336		0,010
						18	145	22,70	27		0,336	0,475		0,014
<b>Novaes, Pereira e Martins (2012)</b>	Cinza	Supreme	32	ND	8 a 1	6	153	23,90	119	1,80	0,032	0,514	99,50	0,017
						18		23,90	119	2,20	0,089	0,537	97,60	0,013
							100	28,75	130		0,056	0,466	94,57	0,010
							150	28,75	130		0,060	0,485	89,44	0,011
<b>Alexandre-Filho (2008)</b>	Cinza	Chitralada	32 e 28	ND	ND	6	200	28,75	130	ND	0,057	0,461	79,99	0,010
							100	20,99	140		0,097	0,510	97,32	0,012
							150	20,99	140		0,098	0,491	96,84	0,011
							200	20,99	140		0,103	0,501	94,95	0,011
					0,5 a 1			25,30	30		0,305	0,335		0,003
					0,5 a 2			25,30	30		0,305	0,326		0,002
					0,5 a 3			25,30	30		0,305	0,325		0,002
					0,5 a 4			25,30	30		0,305	0,334		0,003
					0,5 a 5			25,30	30		0,335	0,387		0,005
					0,5 a 6			25,30	30		0,326	0,385		0,005
					0,5 a 7			25,30	30		0,325	0,355		0,003
<b>Menezes (2014)</b>	Cinza	GIFT	32	ND		ND	28	25,30	30	ND	0,334	0,365	ND	0,003
					1,5 a 3			25,30	30		0,305	0,390		0,008
					1,5 a 4			25,30	30		0,305	0,370		0,006
					1,5 a 5			25,30	30		0,305	0,370		0,006
					1,5 a 6			25,30	30		0,305	0,357		0,005
					1,5 a 7			25,30	30		0,390	0,514		0,009
					1,5 a 8			25,30	30		0,370	0,457		0,007
					1,5 a 9			25,30	30		0,370	0,444		0,006
					1,5 a 10			25,30	30		0,357	0,496		0,011

								2,5	100	23,50	153	1,29	0,125	0,602	96,00	0,010	
								2,5	110	23,50	153	1,30	0,125	0,606	98,00	0,010	
								2,5	121	23,50	153	1,28	0,125	0,590	98,00	0,009	
								2,5	133	23,50	153	1,29	0,125	0,592	94,00	0,009	
								2,5	146	23,50	153	1,30	0,125	0,578	96,00	0,009	
								2,5	161	23,50	153	1,26	0,125	0,600	99,00	0,010	
								2,5	177	23,50	153	1,34	0,125	0,550	99,00	0,009	
								2,5	195	23,50	153	1,50	0,125	0,501	98,00	0,008	
								2,5	214	23,50	153	1,64	0,125	0,498	96,00	0,008	
								2,5	236	23,50	153	1,75	0,125	0,469	96,00	0,008	
<b>Viana (2003)</b>	Cinza	ND	32	ND	ND			2,5	100	22,00	351	2,24	0,005	0,467	74,00	0,008	
								2,5	110	22,00	351	1,78	0,005	0,596	90,00	0,009	
								2,5	121	22,00	351	2,13	0,005	0,503	75,00	0,008	
								2,5	133	22,00	351	2,06	0,005	0,534	84,00	0,008	
								2,5	146	22,00	351	2,10	0,005	0,521	86,00	0,008	
								2,5	161	22,00	351	2,19	0,005	0,483	80,00	0,008	
								2,5	177	22,00	351	2,13	0,005	0,511	74,00	0,008	
								2,5	195	22,00	351	2,22	0,005	0,474	70,00	0,008	
								2,5	214	22,00	351	2,21	0,005	0,480	79,00	0,008	
								2,5	236	22,00	351	2,19	0,005	0,490	83,00	0,008	
										28,53	121	1,94	0,036	0,336		0,011	
<b>Silva et al. (2006)</b>	Cinza	Tailandesa		ND	ND	2	12			28,53	121	1,88	0,038	0,343	ND	0,011	
										28,53	121	1,78	0,039	0,354		0,011	
										28,53	121	1,69	0,039	0,373		0,011	
										21,10	227	2,18	0,041	0,484	80,50	0,009	
<b>Frasca-Scorvo et al. (2018)</b>	Cinza	Tailandesa	28	ND	ND	2	125			21,10	227	1,89	0,039	0,552	83,60	0,010	
			32							21,10	227	2,03	0,042	0,554	80,20	0,010	
			36														
										26,20	98		0,050	0,382	97,67	0,014	
<b>Tenorio, Soares e Lopes (2012)</b>	Cinza	Chitralada Comum Mestiço	32	ND	10	1	200			26,20	98		0,060	0,292	94,00	0,011	
										26,20	98		0,068	0,410	96,38	0,013	
										250	26,90	74	1,17	0,030	0,150	98,07	0,011
<b>Costa (2014)</b>	Cinza	Chitralada	35	ND	6 a 3,5	9	350			26,90	74	1,58	0,030	0,103	96,98	0,008	
							450			26,90	74	1,83	0,030	0,084	95,60	0,006	
										27,87	38	1,63	0,080	0,311	81,00	0,023	
										27,87	38	1,62	0,080	0,308	79,00	0,023	
										27,87	60	2,32	0,311	0,650	90,00	0,011	
<b>Costa, Melo e Correia (2009)</b>	Cinza	Chitralada	32	ND	6 a 1,2	4	200			27,87	60	1,96	0,308	0,723	91,00	0,013	
			32							27,87	39	1,63	0,803	1,102	96,70	0,010	
			32							27,87	39	2,33	0,800	1,040	97,00	0,008	
			28							27,87	39	2,83	0,799	0,900	97,50	0,003	

								22,10	30		0,025	0,029		0,002
								22,10	30		0,025	0,044		0,009
								22,10	30		0,025	0,045		0,009
								22,10	30		0,029	0,070		0,016
								22,10	30		0,044	0,100		0,017
								22,10	30		0,045	0,097		0,016
								22,10	30		0,070	0,112		0,011
								22,10	30		0,100	0,141		0,008
								22,10	30		0,097	0,131		0,007
								22,10	30		0,025	0,028		0,001
								22,10	30		0,025	0,027		0,001
								22,10	30		0,025	0,040		0,007
								22,10	30		0,028	0,066		0,015
								22,10	30		0,027	0,066		0,015
								22,10	30		0,040	0,097		0,018
								22,10	30		0,066	0,110		0,011
								22,10	30		0,066	0,111		0,012
								22,10	30		0,097	0,115		0,004
								22,10	30	ND	0,025	0,024	ND	-0,001
								22,10	30		0,025	0,030		0,002
								22,10	30		0,025	0,037		0,006
								22,10	30		0,024	0,083		0,022
								22,10	30		0,030	0,075		0,017
								22,10	30		0,037	0,096		0,019
								22,10	30		0,083	0,097		0,004
								22,10	30		0,075	0,120		0,011
								22,10	30		0,096	0,141		0,009
								22,10	30		0,025	0,033		0,004
								22,10	30		0,025	0,034		0,005
								22,10	30		0,025	0,024		-0,001
								22,10	30		0,033	0,093		0,020
								22,10	30		0,034	0,091		0,019
								22,10	30		0,024	0,061		0,016
								22,10	30		0,093	0,128		0,008
								22,10	30		0,091	0,143		0,011
								22,10	30		0,061	0,093		0,009
<b>Carneiro, Martins e Cyrino (1999)</b>	Vermelha	<i>Oreochromis sp.</i>	35% e 28%		ND	13,5	240	27,00	270	5,00	0,001	0,458	90,80	0,009
<b>Calderon e Ferreira (2004)</b>	Vermelha	<i>Oreochromis spp.</i>	ND	ND	ND	ND	ND	28,50	180	1,50	0,020	0,800	ND	0,013
<b>Mainardes-Pinto et al. (2011)</b>	Vermelha	ND	36	3 a 4 e 1 a 2 <sup>7</sup>	1	200	22,70	126	1,24	0,050	0,261	95,50	0,009	
						250	22,70	126	1,44	0,050	0,235	90,80	0,009	
						300	22,70	126	1,41	0,050	0,229	94,30	0,009	

<b>Aguiar et al. (2013)</b>	Cinza	Tailandesa	ND	ND	ND	6	80	22,00	67	1,11	0,028	0,074	ND	0,008
							100	22,00	67	1,07	0,028	0,072		0,008
							120	22,00	67	1,23	0,028	0,062		0,006
<b>Teotonio (2017)</b>	Cinza	ND	32	ND	4	1	50	25,80	60	2,40	0,071	0,143	91,50	0,007
								25,80	60	2,11	0,071	0,155	94,00	0,008
								25,80	60	1,66	0,071	0,166	97,00	0,009
								25,80	60	1,67	0,071	0,163	96,00	0,009
<b>Sousa (2012)</b>	Cinza	ND	32	ND	7 a 2	1	170	22,06	126	1,09	0,016	0,265	ND	0,014
								22,06	126	1,17	0,016	0,245		0,013
								22,06	126	1,04	0,016	0,286		0,015
								22,06	126	1,15	0,016	0,265		0,014
								22,06	126	1,65	0,016	0,230		0,013
<b>Marangon (2014)</b>	Cinza	ND	32	ND	ND	1		24,50	60	1,87	0,281	0,413	ND	0,006
								24,50	60	2,11	0,276	0,409		0,006
								24,50	60	2,74	0,281	0,410		0,006
								24,50	60	1,73	0,280	0,446		0,007
<b>Tardivo (2011)</b>	Cinza	GIFT	30	ND	ND	6	175	22,00	180	2,27	0,046	0,558	88,90	0,012
			35 e 30					22,00	180	2,23	0,047	0,584	87,02	0,012
			35 e 30					22,00	180	2,23	0,046	0,589	86,20	0,012

TR = tamanho do tanque-rede; D = densidade de peixes/m<sup>3</sup>; PB = proteína bruta da ração; EB = energia bruta da ração; T.A.= taxa de arraçoamento de ração; T°C = média de temperatura em graus Celsius; TC = tempo cultivo/ciclo de produção (dias); Pi = peso inicial; Pf = peso final; S = sobrevivência (%); TGC = Coeficiente de Crescimento Térmico; ND = não disponibilizado/identificado na obra do autor. <sup>1</sup>Até vigésimo dia alimentação com ração de 55% PB após com 45% PB; <sup>2</sup>Até o vigésimo dia de vida taxa de arraçoamento de 14,5% após 6 a 8%; <sup>3</sup>Arraçoamento de acordo com a recomendação do fabricante da ração; <sup>4</sup>Sobrevivência acima de 94%; <sup>5</sup>TA de 10% no 1° mês, 7% no 2° mês, 5% no 3° mês, 3% no 4° e 5° mês e 2% no 6° mês; <sup>6</sup>TA de 3% no início e 1,5% no final; <sup>7</sup>TA de 1 a 2% com temperatura da água inferior a 20°C.