

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

RESUMO

Este artigo de revisão fornece detalhes abrangentes sobre técnicas estabelecidas de processamento de tilápia, novos processos e questões afins. Este artigo que explica os vários aspectos da tecnologia de processamento de tilápia e desenvolvimento de produtos completa o artigo com fotografias, figuras, ilustrações e tabelas. O manuseio, recebimento, processamento, processo de congelamento, embalagem, armazenamento refrigerado e transporte pós-colheita exigem cuidados especiais para manter sua qualidade e aspectos nutricionais. Este artigo de revisão será útil para profissionais da pesca, formuladores de políticas, estudantes, cientistas e extensionistas transmitirem conhecimentos significativos sobre a tecnologia de processamento de tilápia para a comunidade estudantil em específico.

Palavras-chave: processamento de peixe, tilápia, produtores.

Processamento de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no Brasil

Processamento de peixe, tilápia, produtores.

Marco Antonio Igarashi

PhD em Engenharia de Pesca pela Universidade de Kitasato, Japão E-mail: igarashi@ufc.br

PROCESSING OF TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) IN BRAZIL

ABSTRACT

This review article provides comprehensive details on established tilapia processing techniques, new processes and allied issues. This article explaining the various aspects of tilapia processing technology with photographs, figures, illustrations and tables. Post-harvest handling, receiving, processing, freezing process, packaging, cold storing and transportation require particular care to maintain its quality and nutritional aspects. This review article will be useful for fishery professionals, policy makers, students, scientists and extension workers impart significant knowledge on tilapia processing technology to the student community in specific.

Keyword: fish processing, tilapia, producer.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é o cultivo controlado e exclusivo de peixes e possui diversas formas de produção controlada (DIAS, 2024). A piscicultura é responsável por mais de um quarto da produção de pescado que é consumida pela população mundial (ALVES et al., 2019). A tilápia pode ser considerada um produto bem conhecido pelos consumidores no Brasil (PEDROZA FILHO et al., 2020). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia, atrás de China, Indonésia e Egito (Peixe BR, 2024). A tilápia *Oreochromis niloticus*, natural da África e do Oriente Médio, é de grande importância para nossa dieta e nossa indústria de proteína animal (GERAQUE, 2024).

A produção brasileira de peixes de cultivo foi de 968.745 toneladas, onde a tilápia participou com 662.230 e o Paraná lidera o cultivo de tilápia no país atingindo 250.315 toneladas em 2024 (Peixe BR, 2025). O Paraná foi pioneiro na instalação do primeiro frigorífico do Brasil para o processamento industrial especificamente da tilápia, no município de Assis Chateaubriand no final da década de 1980 (BARROSO et al., 2015) beneficiando tilápias principalmente da região oeste do Paraná gerando renda e emprego na cadeia produtiva da tilápia (MATOS; MATOS, 2017; FEIDEN et al., 2018). A Região Oeste do Paraná concentra 24 entrepostos de pescado de pequeno, médio e grande porte; sendo considerado como o maior polo de produção de peixes em viveiros escavados e industrialização na produção de filés (MENDES, 2024).

Com o aumento na quantidade de tilápia produzido a cada ano é preciso incrementar a forma de comercialização com um produto de alta qualidade. No entanto o incremento da produção de tilápia em tanques-rede ocorre devido ao desenvolvimento da tecnologia de produção, além de possuir boa aceitação no mercado consumidor brasileiro e internacional (CAMARGO; AMORIM, 2020). Por outro lado, Campos (2012) relatou que a dificuldade em escoar a produção pode estar relacionada ao incremento na quantidade de tilápia produzida.

No entanto, entre os desafios na cadeia produtiva estão às deficiências no conhecimento do processamento do pescado (LIMA et al., 2024). Maciel

et al. (2012) relataram que os segmentos de distribuição da cadeia produtiva e de transformação do pescado são constituídos pelas peixarias, ambulantes, supermercado, feiras livres, intermediários, indústrias de pescado e os entrepostos encerrando-se no consumidor (OETTERER, 2002). Atualmente, o brasileiro consome 4,35 kg de peixes de cultivo por ano (Peixe BR, 2024).

O beneficiamento deve ser realizado dentro da legislação vigente (SOUZA et al., 2018). A implantação do frigorífico pode diminuir os custos em transporte aproximando o produtor e a indústria de beneficiamento (DIAS; OLIVEIRA, 2019); pode também ampliar a demanda de produção de peixes (DOTTI et al., 2012).

No processamento da tilápia, o filé é o produto mais procurado no mercado (BOZANO, 2019) podendo gerar 30 % de filé do seu peso total e pode gerar cerca de 70 % de resíduos do volume processado (LEONEL, 2016). A industrialização gera além do filé, empanados, fishburgers (hambúrguer de peixe), linguiças, salsichas, farinha, óleo de peixe, peles, entre outros (HORN et al., 2009). Estes fatores relatados anteriormente aumentaram as perspectivas de exportação de tilápia (MILANEZ et al., 2019).

As tilápias são altamente perecíveis. Uma preocupação central do processamento da tilápia é evitar a deterioração da tilápia, e esta continua a ser uma preocupação subjacente durante outras operações de processamento. No entanto, parte dos produtores e consumidores pode estar desinformada sobre aspectos do processamento de tilápia. Desta maneira, o presente trabalho de revisão bibliográfica propõe a analisar aspectos do processamento de tilápia. A presente revisão bibliográfica relata principalmente sobre o manuseio após a despesca, o recebimento, o processamento, a embalagem, o armazenamento e o transporte.

Desenvolvimento

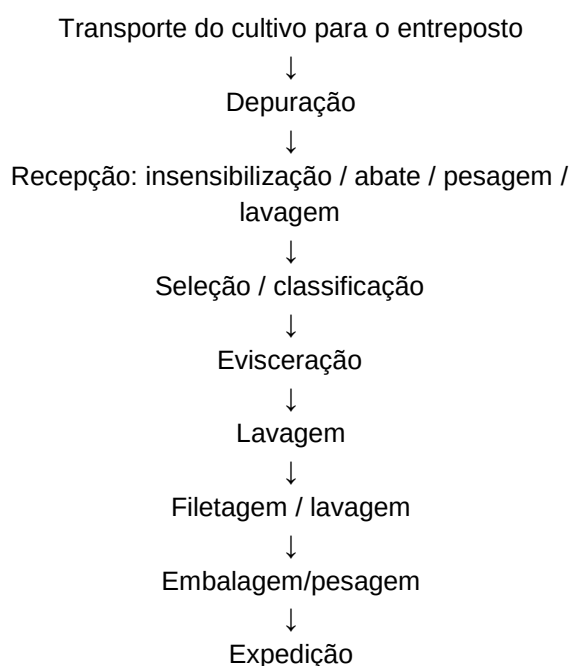
As tecnologias para o processamento do pescado têm se desenvolvido (PEREIRA, 2005; BRASIL, 2009; MACIEL et al., 2012; LIMA, 2012; SILVA et al., 2016; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; MILANEZ et al., 2019; PEIXE BR, 2020).

A indústria do pescado, tem suas exigências e regras e necessita adequar sanitariamente seus processos (LULA; FERRAREZI JUNIOR, 2021). É necessário consultar a legislação específica vigente de cada produto alimentício, em que deverá estar discriminado o padrão sensorial, físico-químico e microbiológico; além das instalações, especificações dos tipos de processamento e de equipamentos também deverão estar descritos (SANTOS; LUIZ, 2024).

Chicrala et al. (2021) relataram que o Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Sisbi-POA), que faz parte do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), baseia-se em várias leis, decretos, resoluções e outros instrumentos legais para tratar do funcionamento dos estabelecimentos produtores de alimentos de origem animal, na qual se incluem as organizações coletivas da agricultura familiar. De acordo com os mesmos autores e de acordo com a particularidade da região onde serão comercializados os produtos, neste caso, o pescado, existe uma divisão de responsabilidades para a realização de cada serviço, definida pela legislação sanitária vigente.

No geral, um fluxograma básico da indústria (Figura 1) envolve etapas do processamento.

FIGURA 1. Fluxograma básico da indústria de processamento de pescados de água doce (em filés)



Fonte: Eletrobras (2015).

Desde a produção aquícola, manuseamento pós-despesca, recepção, processamento, embalagem, transporte, até o varejo, é essencial garantir que não haja quebra na cadeia de frio para assegurar a alta qualidade e segurança das tilápias.

Práticas como aplicação de gelo, uso de água refrigerada, armazenamento em instalações refrigeradas e resfriamento ou congelamento são usados para garantir que a tilápia seja mantida sob a cadeia de frio ao longo de toda a cadeia de abastecimento. No entanto, estas condições de baixas temperaturas também devem ser apoiadas por boas condições de higiene e práticas de manuseamento.

Seleção do local

Para a implantação de uma unidade de beneficiamento de pescado (UBP) é necessário realizar um estudo (OETTERER, 1998; CAMPOS, 2012). Entre alguns aspectos que devem ser considerados na escolha da localização de uma UBP estão: o tamanho do terreno deve ser adequado às necessidades e ao futuro desenvolvimento, o entorno deve ser analisado, próxima ao transporte público, acesso a água potável em quantidade suficiente, eletricidade, destino adequado aos resíduos, e por fim as obras devem ser orientadas por autoridades competentes obedecendo os regulamentos técnicos. É importante ressaltar que segundo Lima (2012) no processamento de peixes a água, além de potável, deve estar em quantidade de no mínimo, 5 litros para cada quilograma de pescado. Apaco (2007-2010) relatou que para a implantação de uma UBP vários pontos devem ser considerados:

- Área do terreno deve ter tamanho compatível com o projeto a ser implantado, com previsão para eventual ampliação da construção;
- O terreno deve permitir a circulação de veículos para a chegada da matéria-prima e saída do produto;
- ter disponibilidade de matéria-prima para manter o processamento agroindustrial durante todo o ano;
- ter disponibilidade de mão de obra;

- ter disponibilidade de energia, principalmente a elétrica e facilidade de comunicação (telefone, etc.);
- ter água de boa qualidade e em quantidade suficiente, para ser utilizada no processamento e higienização das instalações e equipamentos;
- ter área suficiente, também, para a implantação de tratamento adequado dos resíduos;
- ter estrada com infraestrutura adequada, para facilitar o fluxo da produção da agroindústria.

Santos e Luiz (2024) demonstraram a importância do processamento de pescado, com enfoque em peixes, indicando a legislação pertinente, as etapas do processamento, os aspectos ambientais e as alternativas de processos mais sustentáveis, com viabilidade técnica e econômica, dentro de um contexto de produção mais limpa.

Apaco (2007-2010) relatou que a agroindústria (UBP) deve estar localizada o mais distante possível e de forma que os ventos sejam contrários a fonte do odor; sendo a distância mínima a ser respeitada indicada pela legislação vigente e para isso deve ser consultado o serviço de inspeção sanitária e o órgão ambiental de cada unidade da federação. De acordo com a mesma Associação a agroindústria deve ser construída em conformidade com as normas sanitárias, garantindo a segurança e o bem-estar do pessoal dentro da unidade, ou seja, as condições ideais de iluminação, arejamento, entre outros seguindo a legislação vigente municipal e/ou da unidade da federação e/ou federal. A Figura 2 demonstra o mapa de localização da agroindústria de referência, no entanto é necessário verificar a legislação vigente que indica medidas padrão sobre as instalações da agroindústria.

O pescado pode ser exportado fresco ou processado. Podendo variar de companhias multinacionais a pequeno negócio familiar. Em particular o sucesso pode ser baseado no entusiasmo, motivação podendo levar tempo para firmar contatos e estabelecer relacionamento satisfatório.

FIGURA 2. Mapa de localização da agroindústria (unidade de beneficiamento de pescado-UBP) de referência



Fonte: Apaco (2007-2010).

Edificação da unidade de beneficiamento de pescado

Para a edificação das UBPs para as organizações da agricultura familiar, foram propostas as especificações estruturantes descritas e resumidas na Tabela 1 (CHICRALA et al., 2021).

TABELA 1. Resumo das características estruturantes quantitativas para a construção de unidades de beneficiamento de pescado (UBPs) para a agricultura familiar

Estrutura da UBP para a agricultura familiar	Dimensão
Dimensão total do terreno (m)	30 x 10
Área total do terreno (m ²)	300
Área construída (m ²)	150
Pé direito da área de produção (m)	3
Número de pavimentos	1
Afastamento mínimo de vias públicas (m)	5
Capacidade diária de processamento recomendada (kg)	1000

Fonte: Chicrala et al. (2021).

Apaco (2007-2010) demonstra a construção civil constituída de um total de 90,30 m² (83,64 m² de área útil) adequada ao Serviço de Inspeção Estadual (SIE) assim distribuído (Figura 3). No entanto é necessário verificar a legislação vigente que indica medidas padrão sobre as instalações da agroindústria (UBP).

FIGURA 3. Projeto arquitetônico de uma unidade de beneficiamento de pescado (UBP). Planta baixa e

delimitações estruturais



Fonte: Apaco (2007-2010).

Descrição das instalações (APACO, 2007-2010):

- Área externa tem por finalidade ter uma circulação interna que permita a livre movimentação dos veículos de transporte;
- Área de recepção, destinada para o recebimento da matéria-prima;
- Área de evisceração, destinada, exclusivamente, a operação de remoção das vísceras;
- Área de processamento, destinada às operações de filetagem, embalagem e pesagem do produto;
- Área de almoxarifado, destinado ao armazenamento das embalagens;
- Área de hall de entrada, destinada a entrada das pessoas na agroindústria;
- Área de expedição, tem por finalidade permitir a saída dos produtos acabados da agroindústria;
- Área de escritório tem por finalidade permitir o controle e administração na agroindústria;
- Área de vestiário e banheiro masculino tem por finalidade permitir que sejam mantidos os hábitos de higiene dos manipuladores, do sexo masculino, na agroindústria;
- Área de vestiário e banheiro feminino têm por finalidade permitir que seja mantida os hábitos de higiene dos manipuladores, do sexo feminino, na agroindústria;
- Câmara de congelamento, destinada ao

congelamento dos produtos.

Para tanto, na Tabela 2, encontram-se resumidamente as principais etapas para a construção adequada de uma UBP (Figuras 4 e 5) para o empreendimento coletivo dos agricultores familiares (CHICRALA et al., 2021).

TABELA 2. Resumo das etapas para construção de unidade de beneficiamento de pescado (UBP)

Etapa	Material e características estruturantes
Construção	Convencional, alvenaria ou outra tecnologia de igual, ou melhor, custo-benefício
Piso	Material impermeável, resistente à abrasão e corrosão, ligeiramente inclinado e de fácil lavagem e desinfecção
Parede	Lisas, impermeabilizadas com material de cor clara e de fácil lavagem e desinfecção, com ângulos e cantos arredondados. Parapeitos das janelas chanfrados
Ventilação	Natural e artificial
Iluminação	Natural e artificial

Fonte: Chicrala et al. (2021).

FIGURA 4. (a) e (b) Exemplo de projeto para uma unidade de beneficiamento de pescado (UBP) . Imagens em 3D das fachadas laterais demonstrando janelas, cobertura para a recepção do pescado e entrada na indústria



(a)

(b)

Ilustração: Carlos Eduardo Pimenta da Luz.

Fonte: Chicrala et al. (2021).

FIGURA 5. (a) a (c) Unidade de beneficiamento de pescado



Fonte: Arquivo pessoal.

Chicrala et al. (2021) relataram que os equipamentos de proteção individual (EPIs) são necessários para a proteção de manipuladores de pescado nas UBPs, sendo considerados os principais EPIs os itens elencados na Tabela 3. De acordo com os mesmos autores os perigos mais comuns são atribuídos ao uso de facas e chairas, além dos riscos relacionados com as diferenças de temperatura a que os trabalhadores estão submetidos, podendo causar doenças respiratórias e dermatites induzidas pela umidade elevada no ambiente.

TABELA 3. Lista de equipamentos de proteção individual (EPIs) para a unidade de beneficiamento de pescado (UBP) e seus respectivos locais de utilização

EPI para a UBP	Material e característica estruturante
Luas de malha de aço	Setor de corte
Luva de procedimento (látex)	Setor de corte
Botas de PVC tipo cano longo	Todos os setores da UBP
Luva térmica	Manipulação de produtos congelados
Avental plástico	Todos os setores da UBP

Fonte: Chicrala et al. (2021).

No processamento de pescado estão incluídas diversas operações em comum, como sangria, descamação, descabeçamento, evisceração, filetagem, entre outros (MURAKAMI et al., 2024). A comparação do processo de filetagem de tilápias-do-nilo nas Agroindústrias A e B estão descritas na Tabela 4.

TABELA 4. Descrição do processo de filetagem de tilápias-do-nilo em duas agroindústrias localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil

Etapas do Processo	Agroindústria A	Agroindústria B
Recepção dos peixes	Em tanque de depuração onde as tilápias permanecem por 24 horas.	
Insensibilização por termomarcose	Tanque de inox contendo água e gelo por 6 minutos.	
Descamação	Em centrífuga inox de alta rotação Modelo AISI 304	
Sangria	Em tábua de polipropileno imediatamente antes da decapitação	
Decapitação e Evisceração	Não realiza	Retirada da cabeça e das vísceras com o uso de faca.
Filetagem	Retirada da musculatura dorsal, nas duas laterais do peixe	
Retirada da pele dos filés	Em equipamento de inox Skin 2000.	
Retirada das aparas na toalete	Retirada de eventuais sobras de pele, espinhas, porção ventral do músculo abdominal e corte em “v”.	
Túnel de Congelamento	Os filés são depositados em bandejas brancas em camadas interfoliadas com plástico e levados ao túnel de congelamento.	Após o processo de embalagem
Embalagem	Após 24 horas os filés são retirados das bandejas, embalados e levados a câmara de armazenamento	Imediatamente após o toalete
Câmara de Armazenamento	Os filés embalados permanecem na câmara de armazenamento até a expedição.	
Expedição	Os filés são transportados em caixas plásticas brancas, em embalagem primária, por caminhão refrigerado.	Embalagem secundária de papelão e transporte por caminhão refrigerado

Fonte: Reis et al. (2023).

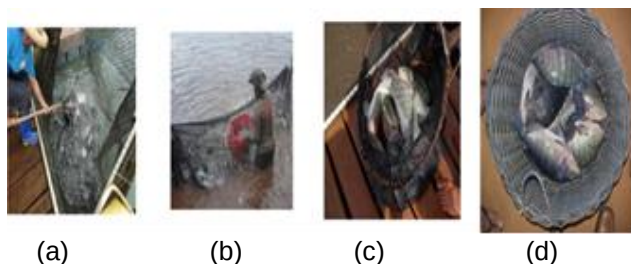
Os processadores de tilápia devem considerar o valor da sua matéria-prima, os métodos de proces-

samento e armazenamento disponíveis e as desvantagens da sua cadeia de frio, a fim de tomar decisões adequadas e atingir o valor mais elevado do produto a qualquer momento.

Despesca

A despesca (Figura 6) é realizada quando as tilápias atingem o tamanho comercial (Figura 6d) desejado (FERREIRA et al., 2018). Nesta etapa devem ser observadas: preparo dos equipamentos e utensílios; transporte dos animais até a unidade de beneficiamento; quantidade e qualidade de gelo adequado (MATOS et al., 2020), devem ficar 24 a 48 horas em jejum (SABONETE, 2024), para esvaziar o trato gastrointestinal. Isso melhorará a sobrevivência e a condição dos peixes durante o manejo (BALOI, 2022).

FIGURA 6. (a) a (d) despesca



Fonte: Arquivo pessoal.

Sabonete (2024) relatou que a despesca da tilápia pode ser feita cerca de 4 a 6 meses quando os peixes atingem um peso médio adequado à demanda do mercado (BALOI, 2022) e a despesca deve ser realizada nos horários mais frescos do dia para reduzir o estresse dos peixes.

A captura da tilápia deve ser realizada de maneira cuidadosa, evitando danos à pele e reduzindo o estresse da operação. As tilápias capturadas na despesca poderão ser estocadas em câmaras em frigorífico de uma UBP ou seguirem direto para serem beneficiadas incrementando o valor agregado do produto e posteriormente comercializados.

Transporte

Becker et al. (2015) relataram que o transporte de matéria-prima (tilápia) viva pode ser em caminhões com tanques contendo cerca de mil litros de água e oxigênio (Figura 7). O transporte é realizado cuidadosamente para minimizar o estresse dos peixes (KAIRÓS, 2024).

FIGURA 7. (a) a (e) Transporte de tilápias



Fonte: Arquivo pessoal

Assim sendo as tilápias de cultivo podem ser transportadas para UBP, onde, podem comercializar toda a produção de peixe diminuindo os valores, custos com transporte, mão de obra, facilitando o manejo da matéria prima e ter um mercado garantido para o seu produto ao final de cada ciclo de cultivo do peixe.

Depuração

Souza et al. (2018) relataram que se deve realizar antes do abate a depuração (Figura 8), que não é um processo obrigatório (CHICRALA et al., 2021). No entanto Oliveira et al. (2024) relataram que os tanques de depuração são necessários nos entrepostos e estar próxima à recepção do pescado.

Ferreira et al. (2018) relataram que a depuração é realizada para tentar reduzir o “off-flavor”, que são odores e/ou sabores indesejáveis causadas pela geosmina e o 2-metilisoborneol (KUBITZA, 2004) conferindo sabor de mofo ao pescado (SILVA et al., 2015) e de barro, é um problema recorrente na piscicultura que compromete a aceitação sensorial do pescado, embora não represente riscos à saúde humana (LACERDA et al., 2025). Essas substâncias (geosmina e o 2-metilisoborneol) são produzidas por cianobactérias e actinomicetos, sendo então absorvidas por difusão pelos tecidos dos peixes (SOUZA et al., 2012).

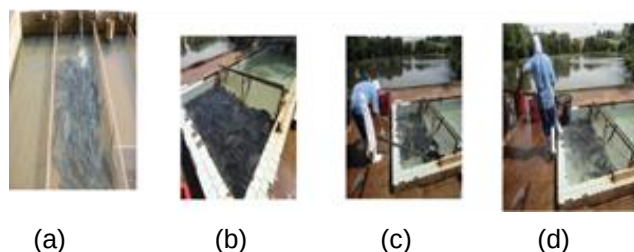
Na recepção do pescado são recebidos os documentos de transporte (Check list produtor, GTA e inspeção sanitária quando necessária); se estiver tudo de acordo com o procedimento de autocontrole, o pescado será descarregado nos tanques de depuração (BECKER, 2014).

Reis et al. (2023) relataram que os peixes são descarregados em uma piscina (Figura 8), tanques de alvenaria, caixa de água, fibrocimento, vinilona,

dentre outros contendo água limpa que é renovada constantemente e aeradas e deverá ser corrente e isenta de contaminantes inorgânicos, resíduos químicos ou de medicamentos e microrganismos patogênicos (CHICRALA et al., 2021).

Durante a depuração, os animais permanecem em jejum (LACERDA et al., 2025), o que significa privá-lo de alimentação por um período de, no mínimo, 24 horas para favorecer o esvaziamento do trato gastrointestinal e evitar ruptura de vísceras na ocasião da evisceração (CHICRALA et al., 2021). Lacerda et al. (2025) relataram que é necessária uma semana ou mais de depuração para restaurar o sabor adequado. A eliminação deste “off-flavor” do peixe depende de alguns fatores como intensidade inicial, temperatura da água durante o processo de eliminação e teor de gordura da espécie (GONÇALVES, 2006). Maciel et al. (2012) relataram que a ocorrência de “off flavour” é mais frequente em peixes cultivados intensivamente em viveiros, onde os altos níveis de arraçoamento, e consequentemente, o acúmulo de nutrientes favorece a intensa proliferação de cianobactérias (*Oscillatoria* spp., *Anabaena* spp. e *Simplocococcus* spp.). Por outro lado, há criadores relatando que a ocorrência de “off flavour” pode ser mais frequente em peixes cultivados intensivamente em tanques-rede em represas.

FIGURAS 8. (a) a (d) Tanque usados para depuração das tilápias para jejum



Fonte: Arquivo pessoal.

A depuração pode ser realizada em tanques com fluxo contínuo de água limpa com o objetivo, visando eliminar os possíveis sabores e odores desagradáveis dos peixes (tilápia).

Chicrala et al. (2021) relataram que na condição dos peixes (tilápia) já chegarem abatidos na UBP, ainda na plataforma de recepção da indústria, toda essa matéria-prima é inspecionada analisando o frescor,

quantidade de gelo, a qualidade e as condições de higiene do pescado; as amostras do pescado deverão ser encaminhadas, rotineiramente, para análises microbiológicas em laboratórios credenciados e avaliadas quanto à presença de parasitas musculares. De acordo com os mesmos autores, ultrapassando a capacidade de processamento no período, o excedente deverá ser destinado para uma câmara de espera, para o processamento imediato no dia seguinte; o excedente pode ser armazenado em geladeiras, freezers (na função refrigeração) ou containers/bins, desde que, neste último caso, seja adicionada significativa quantidade de gelo tipo escamas sobre a matéria-prima.

Recepção

Reis et al. (2023) relataram que o processo de produção inicia com a recepção da matéria-prima (tilápia) viva (Figura 9). Souza et al. (2018) relataram que a matéria-prima deve ser recebida em local protegido de chuva, sol, poeira, livre de materiais ou equipamentos inservíveis, de forma a garantir a segurança do produto. Caso o pescado não puder ser encaminhado de imediato para a linha de processamento, irá para a câmara de espera, acondicionado nas caçapas com gelo, com temperatura variando entre 0° e 2 °C (MDIC, 2003).

FIGURA 9. (a) a (f) Recepção



Fonte: Arquivo pessoal.

Insensibilização e abate

A insensibilização é realizada antes do abate (CHICRALA; SANTOS, 2013; SOUZA et al., 2018). O atordoamento (insensibilização) é realizado para minimizar o sofrimento dos peixes, tornando os peixes inconscientes antes do abate (KAIRÓS, 2024) sem gerar desconforto ou dor ao pescado.

A Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021 do Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2021), que aprova os regulamentos técnicos para manejo pré-abate, abate humanitário e métodos de atordoa-

mento abrangem apenas mamíferos, aves domésticas, animais silvestres cultivados em cativeiro, anfíbios e répteis (DUARTE; SANTOS, 2024) e não contempla peixes (MAPA, 2022).

De acordo com Duarte e Santos (2024) no Brasil, a maioria das indústrias utiliza a imersão dos peixes em água gelada como forma de atordoamento pré-abate (PEDRAZZANI et al., 2020); porém, esta técnica tem sido questionada devido à possibilidade de causar sofrimento aos animais (peixes) devido ao tempo necessário para atingir o atordoamento (FERREIRA et al., 2018). Mais de 80 % das tilápias são abatidos com métodos não considerados humanitários, especialmente a hipotermia em gelo ou água gelada e morte por asfixia (COELHO et al., 2022). Como método de insensibilização, a termonarcorese é eficaz à temperatura de 0 a 3 °C e não afeta a qualidade do filé congelado de tilápia-do-nilo (DUARTE; SANTOS, 2024). Lambooij et al. (2002) citado por Souza et al. (2018) relataram o choque térmico, com os animais colocados dentro de tanques com água e gelo na proporção de 1:1 a uma temperatura em torno de 1 °C, até a morte.

Métodos permitidos

Ressalta-se que o termo “permitidos” se refere ao fato de ser permitido e recomendado pela OIE (Organização Mundial de Saúde Animal) e até o momento da publicação desse manual (Manual de Abate Humanitário de Peixes) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA não havia legislação brasileira em relação ao abate de peixes (MAPA, 2022):

Insensibilização por percussão não perfurante

A insensibilização percussiva não perfurante é um método mecânico, tem como objetivo compelir a insensibilidade rápida, conduzindo um golpe severo no crânio do peixe, o mesmo vai continuar sem consciência até a morte; o termo “percussivo” expõe a forma de conduzir a pancada no crânio com um instrumento sólido (RODRIGUES; ARAÚJO, 2023).

Insensibilização por percussão perfurante

A insensibilização por percussão perfurante pode ser feita usando uma faca afiada, que permita que a haste perfurante (ponta) possa ser apontada exatamente para o crânio em posição de penetrar no

cérebro do peixe; o impacto da ponta deve produzir inconsciência imediata; os peixes devem ser rapidamente retirados da água (MAPA, 2022), contidos e a haste imediatamente inserida no cérebro; por não provocar a morte imediata, deve ser seguido de um método de sangria como a decapitação ou o corte de brânquias (BARCELLOS et al., 2023).

Insensibilização elétrica (eletronarcorese)

Souza et al. (2018) relataram que no choque elétrico, ou eletronarcorese, coloca-se uma corrente elétrica com frequência, duração e força suficientes para causar a insensibilização imediata do peixe, seguida de sua morte.

O responsável da UBP pelo acompanhamento do abate deverá observar as seguintes alterações comportamentais evidenciadas pela inconsciência do pescado insensibilizado (CHICRALA et al., 2021):

- (1) Ausência de movimentos corporais próprios do peixe ou induzidos pelo manipulador ao toque realizado diretamente na caixa de insensibilização;
- (2) Ausência de movimentos respiratórios indicados pela movimentação do opérculo (região que recobre as guelras); e
- (3) Perda do reflexo vestíbulo-ocular (RVO) que corresponde à incapacidade do peixe em mover o olho após movimentação da sua cabeça realizada pelo manipulador e após desenvolver o método de insensibilização.

Após a insensibilização ocorre o processo de sangria que consiste em corte das brânquias e imersão em água corrente, depois são levados a máquina de lavagem de pescados onde são limpos e descamados com água hipoclorada (5ppm), sendo posteriormente introduzidos na planta onde se inicia o processo de filetagem (BECKER, 2014).

Portanto como citado anteriormente a termonarcorese pode ser eficiente como método de atordoamento a uma baixa temperatura e não afeta a qualidade dos filés congelados de tilápia do Nilo.

Sangria

MAPA (2022) (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento) relatou que matar um peixe por sangramento pode ser realizado por qualquer um dos dois processos principais: cortar as brânquias (método comum feito manualmente ou por cortadores automáticos de guelras) ou decapitar. De acordo com o mesmo Ministério os peixes devem ser insensibilizados, por eletronarcose ou percussão, antes da sangria e os peixes morrem de anoxia e a insensibilização adequada deve evitar qualquer sofrimento ou luta dos peixes.

Silva et al. (2015) relataram que logo após a insensibilização do animal é realizada a perfuração das brânquias, após o corte o peixe é submerso em água gelada, em temperatura de 1 °C (OLSEN et al., 2006; 2008) para que ocorra o escoamento do sangue (SILVA et al., 2015).

Santos (2013) relatou sobre o método de abate por sangria, realizada imediatamente após a insensibilização (SILVA et al., 2015) para o bem-estar animal (LAMBOOIJ et al., 2002; ROTH et al., 2007; FREIRE; GONÇALVES, 2013).

A sangria é praticada para acelerar a morte e remover a maior parte do volume de sangue do organismo (BARCELLOS et al., 2023). Em seguida o pescado pode ser descamado.

Realiza a descamação do pescado, com a utilização de facas ou lâminas próprias para a tarefa (UCHIMURA, 2006) ou máquina descamadora (SOARES et al., 2007) que consiste em colocar os peixes com escamas dentro de um equipamento contendo um cilindro perfurado que, por meio de centrifugação com esguichos com água, extrai as escamas. No cilindro rotativo dotado de esguichos com água clorada o peixe é lavado (MDIC, 2003), lavagem da superfície e da cavidade abdominal com água gelada e hiperclorada (2 mg a 5 mg de cloro por litro de água) para remoção de conteúdo remanescente de escama, tecido e gordura visceral (CHICRALA et al., 2021). Após a lavagem no cilindro, o pescado segue para evisceração (SOUZA et al., 2018) fazendo um corte (facas de aço inoxidável) na parte ventral do pescado ou no salão de processamento os peixes são filetados inteiros sem serem eviscerados (CARVALHO – FILHO, 2006)

e faz-se uma lavagem final para retirar os resíduos aderidos ao pescado, com água potável clorada (UCHIMURA, 2006). Reis et al. (2023) relataram que pode ser realizada a decapitação.

Santos e Luiz (2024) relataram que esta etapa pode ser feita manualmente ou em equipamentos específicos, como aqueles utilizados nas indústrias de conserva de peixes; no processo manual, as cabeças são cortadas com faca, as vísceras retiradas e, em seguida, esse resíduo sólido é depositado em recipientes coletores ou são direcionados às calhas coletoras, juntamente com a água residual. De acordo com os mesmos autores na utilização de equipamentos, os peixes entram mecanicamente no equipamento por meio de esteiras.

É importante destacar que, após o armazenamento ou na recepção do pescado em monoblocos, todo o gelo que esteve em contato com o pescado deverá ser separado e descartado antes de os peixes serem submetidos à lavagem superficial para, então, seguirem ao procedimento de retirada das vísceras (CHICRALA et al., 2021). É realizado o descarte de resíduos, para preservar e mitigar qualquer possibilidade de contaminação da carne fresca, trazendo prejuízos (LULA; FERRAREZI JUNIOR, 2021).

Com o pescado já limpo deverá ser acondicionado em monoblocos com gelo para expedição; alternativamente, poderá ser encaminhado ao setor de cortes e filetagem; portanto após a evisceração, o peixe poderá ser encaminhado para o setor de filetagem, cortes para elaboração de postas e produtos espalmados (CHICRALA et al., 2021).

Quando se trata da comercialização na forma de filé de tilápia, após evisceração e lavagem, ocorre a técnica de filetagem e o descabeçamento pode ser realizado antes ou após a filetagem, depende do fluxograma proposto (SOUZA et al., 2018) e realiza o arremate, que retira as rebarbas (CPT, 2000 – 2025).

Já Becker et al. (2015) relataram que para o controle da quantidade que está sendo entregue o peixe é imobilizado e pesado.

Depois de abatidas as lavagens podem ser realizadas com água clorada, em local de aço inoxidável, higienizados de acordo com as normas legais. Os procedimentos de retirada de escama e lavagem podem ser realizados em sala onde se encontram as máquinas. Após esta etapa pode se iniciar o processo de corte (filetagem) (Figura 10).

Filetagem

Um dos principais processos realizados hoje é a retirada do filé podendo ser manual ou automatizada (OLIVEIRA et al., 2024) e de diferentes formas, considerando a filetagem em peixe inteiro, descamado ou eviscerado sem escama; normalmente, é feito em peixe eviscerado e previamente limpo, envolvendo, basicamente, a retirada dos filés (SANTOS; LUIZ, 2024).

Algumas indústrias não realizam o descabeçamento antes da filetagem e após a retirada do filé a esfolia (retirada da pele) (MINOZZO, 2011) pode ser realizada com alicates (Figura 10c); ou em máquina apropriada (CARVALHO – FILHO, 2005). Após a filetagem, os filés (Figura 10e) são novamente lavados com água hipoclorada para remoção de resíduos das operações anteriores (SOUZA et al., 2018).

A tilápia é filetada para remover a espinha dorsal e outras espinhas, resultando em filés de peixe (KAIRÓS, 2024). O rendimento médio para obtenção do filé de tilápia, que é a porção mais apreciada pelos consumidores, é de cerca de 35 % (TORREZAN et al., 2024).

Reis (2022) relatou que no Brasil, não há padronização no abate e formas de processamento inicial do pescado, principalmente em relação a retirada do filé e pele, remoção ou não da cabeça (decapitação), nadadeiras e evisceração, sendo que alguns abatedouros de tilápia removem o filé sem realizar a evisceração, para não perfurar a cavidade abdominal, evitando-se a contaminação do pescado pelo seu próprio conteúdo do sistema digestório (SOUZA et al., 2000).

Os melhores rendimentos foram obtidos com a filetagem do peixe eviscerado seguido da retirada da pele com uso de alicates (SOUZA, 2002); as peles

são retiradas com auxílio de facas ou a pele do filé pode ser removida com o uso de máquinas skimmers (CHICRALA et al., 2021). Após o corte dos filés; a próxima etapa consiste na lavagem (REIS et al., 2023). Após a retirada da pele, são lavados com água clorada (mínimo de 0,5 ppm e máximo 2 ppm de cloro residual livre), e é feito o toalete (faz-se o corte no formato adequado) onde se retira os espinhos residuais do processo de filetagem (BECKER, 2014) e, por fim, são porcionados para serem embalados posteriormente.

FIGURA 10. (a) a (e) Filetagem; (c) Retirada da pele do filé com alicates e (e) filé de tilápia



Fonte: Arquivo pessoal.

Chicrala et al. (2021) relataram que é recomendável que peixes eviscerados, espalmados, filés, antes de serem encaminhados para o congelamento industrial, sejam devidamente agrupados e acondicionados em embalagens primárias (sacos plásticos limpos e adquiridos em casas de embalagens para alimentos, nunca reutilizados). De acordo com os mesmos autores as postas de peixes poderão ser elaboradas após o congelamento do peixe eviscerado por meio da utilização de equipamento serra fita.

Após o corte dos filés; a próxima etapa consiste na lavagem. Reis et al. (2023) relataram que seguindo para a enformagem; na enformagem (que consiste em dispor os filés lado a lado) ocorre a disposição dos filés em formas ou bandejas e colocação destas em carrinhos apropriados; sendo os carrinhos levados para um túnel de congelamento. Os filés podem ser separados com folhas de plástico para não grudarem, condicionados em formas próprias com espaço mínimo de 01 centímetro entre os filés (BECKER, 2014) e preparados para o congelamento (MORAES, 2007; SOUZA et al., 2018).

Congelamento

Chicrala et al. (2021) relataram que o indicado é que

o equipamento congelador funcione na indústria entre -25 °C e -30 °C para possibilitar o rápido congelamento e evitar as perdas de qualidade no produto.

As formas são acondicionadas em carrinhos apropriados e enviados ao túnel de congelamento (BRASIL, 2007) à temperatura de -25 °C (BECKER, 2014).

Santos e Luiz (2024) relataram que para a conservação sob congelamento, a indústria utiliza o método de congelamento rápido e subsequente glaciamento; o congelamento deve ser feito com equipamento proporcionando ao pescado a temperatura de -18 °C no seu centro de massa (FAO, 1995).

O glaciamento de pescado consiste na aplicação de água, adicionada ou não de aditivos (NEIVA et al., 2015), sobre a superfície do produto congelado, formando uma camada de gelo que o protege de desidratação e oxidação lipídica durante a estocagem (MELO et al., 2018).

Santos e Luiz (2024) relataram que o glaciamento é a aplicação de uma fina camada de gelo protetora na superfície do produto congelado, seja pelo método de imersão em água gelada ou por aspersão de água gelada diretamente na superfície do pescado (FAO, 2020). Santos e Luiz (2024) relataram que tais técnicas evitam a desidratação e a oxidação lipídica durante o armazenamento do produto, além de preservar seu sabor, aroma e textura, minimizando os efeitos do gotejamento durante o descongelamento (SOARES et al., 2013; JACOBSEN; FOSSAN, 2001).

Embalagem

Após o glaciamento e congelamento, ocorre a embalagem dos produtos na indústria e segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os alimentos embalados devem apresentar informações gerais de identificação do produto na rotulagem, atuando como item para rastreabilidade do produto (SOUZA et al., 2018).

As embalagens são etiquetadas com informações essenciais, como data de produção, data de validade,

e detalhes nutricionais (KAIRÓS, 2024). Após a embalagem primária, os pacotes são acondicionados em caixas de papelão, ou caixas plásticas com o peso identificado na caixa em kg sendo armazenados em câmara fria de estocagem com temperatura de -18 °C (BECKER, 2014). As caixas de papelão (embalagem secundária) devem ser identificadas de acordo com tipo de produto, prazo de validade, fabricação, lote e classificação (CHICRALA et al., 2021).

Eletrobrás (2015) relatou que como embalagens podem ser utilizadas: caixa de isopor, saco plástico, bandeja de isopor com filme plástico, placa de isopor com plástico a vácuo etc.; o peso é verificado com o uso de balança eletrônica e registrado em planilha específica.

Posteriormente, é feito o transporte em caminhões providos de câmara fria para os respectivos clientes (REIS et al., 2023) e encaminhados aos distribuidores, com toda a atenção voltada para a temperatura da embalagem (FILHO, 2005).

Rótulos

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) nº 26, de 2 de julho de 2015, dispõe sobre os requisitos básicos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que possam causar alergias alimentares (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2015) (CHICRALA et al., 2021).

Oetterer et al. (2012) relataram que o rótulo é obrigatório para os produtos congelados e deve trazer o nome do produto, o peso, endereço do fabricante, empacotador ou distribuidor e os ingredientes, listados em ordem decrescente de peso, além da rotulagem nutricional. É considerado rótulo (ANVISA, 2001, 2005) toda a inscrição, legenda, imagem, matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento (MACHADO, 2015) e atualmente, passa a ser também uma ferramenta que auxilia o rastreamento da cadeia de produção (CAMARA et al., 2008 citado por MACIEL et al., 2012).

Os itens importantes que deverão constar no rótulo

dos produtos à base de pescado para UBPs são (CHICRALA et al., 2021):

- 1 Nome do produto (exemplo: tambaqui fresco eviscerado); além disso, indicar a forma de preparo: assado, cozido, grelhado, frito etc.;
- 2 Prazo de validade e data de fabricação;
- 3 Local de venda do produto;
- 4 Forma de conservação (exemplo: manter congelado a -18 °C);
- 5 Informações nutricionais (energia, proteína, gorduras, minerais);
- 6 Numeração do lote e sua classificação;
- 7 Informações de suma importância para o consumidor (exemplo: não contém glúten).

Estocagem

Souza et al. (2018) relataram que antes da estocagem, o produto é novamente pesado em sala climatizada (-18 °C), usando-se balança mecânica ou climatizada; o armazenamento deve ocorrer em câmaras frigoríficas em temperatura de -20 °C (SUFRAMA, 2003). Oetterer et al. (2012) relataram que a estocagem a -18 °C mantém a qualidade do produto por 6 a 8 meses, se o pescado for gordo ou pré-cozido, e por 10 a 12 meses, para peixes magros e in natura. Na sequência, as caixas deverão ser lacradas com fita adesiva e estocadas até a sua expedição (CHICRALA et al., 2021). E o processo de expedição é a passagem dos produtos da câmara de estocagem para o caminhão com baú frigorífico, sendo pesados antes (SUFRAMA, 2003). A Figura 11 demonstra a embalagem, armazenamento, expedição e frigorífico.

FIGURA 11. (a) e (b) Embalagem, (c) armazenamento e (d) expedição e (e) frigorífico



Fonte: Arquivo pessoal.

As tilápias começam a deteriorar logo após a morte, podendo causar sabores indesejáveis, amolecimento

da carne e, perdas de nutrientes. Diminuindo a temperatura dos filés de tilápia, a deterioração pode ser retardada. O processo de congelamento deve ser realizado rapidamente preparando o filé para armazenamento a uma temperatura adequada. Para que a tilápia passe a ser comercializada em grande escala provavelmente devemos oferecer, através do processamento da tilápia, a mesma praticidade das outras carnes.

Expedição

Utilizam-se caminhões frigoríficos para transportar pescado congelado (-18 °C) (CARBONERA, 2007). O transporte deverá ser feito por veículos providos de refrigeração e/ou baús isotérmicos (CHICRALA et al., 2021) em veículos adequados, a fim de que se assegurem as condições de higiene e também sanitárias para o consumo humano (BECKER, 2014).

Durante a distribuição e a comercialização dos produtos de pescado, será necessário todo o cuidado para se evitar a quebra da cadeia do frio e, consequente, a sua perda de qualidade (CHICRALA et al., 2021).

Após a transformação do peixe o produto é embalado e transportado para a venda final. Os compradores finais podem incluir mercados de peixes locais a redes nacionais de supermercados, restaurantes e estabelecimentos de serviços de alimentação, como hotéis, hospitais e escolas.

Resíduos gerados pela unidade de beneficiamento de pescado (UBP)

Para garantir a sustentabilidade da UBP, os resíduos orgânicos das tilápias são enviados para locais especializados para que esta matéria-prima seja tratada e aproveitada. Os desperdícios e resíduos de tilápia pode representar até 70 % da produção total. Com a coleta seletiva de resíduos é possível obter óleo, farinha entre outros.

Em relação a tilápia (Figura 12a), o material residual é constituído por sobras obtidas do processamento de filés (Figura 12b) ou outros cortes, que inclui a carne aderida aos ossos (Figura 12c), cabeça (sem brânquias), pele (Figura 12d), ossos, escamas, vísceras (BARCELAR; MURATORI, 2020), nadadeiras

e brânquias (Figura 12e) (SOUZA; MARANHÃO, 2001).

FIGURA 12. (a) Tilápia; (b) filetagem; (c) carcaça; (d) pele e (e) vísceras e brânquias



Fonte: (a) arquivo pessoal; (b) a (e) anônimos.

A farinha é um produto seco, obtido da cocção dos resíduos de tilápia, o resíduo pode ser cozido em digestor (Figura 13a), com auxílio de um caldeirão e fôrnilha (Figura 13b). Após o cozimento, o material é introduzido em uma caixa percoladora (Figura 13c), para a retirada do óleo (Figura 13d). É feita para retirar o óleo e reduzir a quantidade de água dos resíduos de aproximadamente 70 % para 50 %. Nesta operação ocorre a separação de líquidos e sólidos, através da pressão física a que a matéria-prima é submetida. Em seguida, o material (resfriado) é prensado (Figura 13e), obtendo-se a torta de prensa, a qual é moída e ensacada. No processo do cozimento e prensagem é obtido o óleo. Após essa fase, o óleo centrifugado é estocado em tanque para posterior comercialização. A torta é passada por um moedor (Figura 13f) para a obtenção da farinha (Figura 13g) de tilápia.

Uma das alternativas viáveis para o aproveitamento dos resíduos é o curtimento da pele da tilápia. Fulão (Figura 13h) é uma máquina cilíndrica para trabalhar as peles; sua função básica é agitar a pele (couro) na presença de substâncias químicas. A elaboração de couro (Figura 13i) representa uma fonte alternativa de renda que pode servir de matéria-prima para a fabricação de bolsas, cintos, chapéus, confecções de vestuários, sapatos etc.

As indústrias processadoras passaram a comercializar filés gerando coprodutos (destinados à alimentação humana) e subprodutos (destinados à alimentação animal e outros fins não alimentícios), entre eles a carne mecanicamente separada ou CMS (FOGAÇA et al., 2015).

O resíduo pode ser processado em despolpadeira

(uma máquina desossadora/ despolpadora) (Figura 13j) de pescado para a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), ou equipamento similar para a retirada do músculo aderido aos ossos, obtendo-se a CMS.

Portanto a partir de resíduos de tilápia in natura, podemos obter carne mecanicamente separada, farinha e óleo subproduto do processamento industrial.

FIGURA 13. Subprodutos de peixe a partir de resíduos de tilápia in natura



a) digestor para cozimento do resíduo; (b) caldeirão e fôrnilha; (c) caixa percoladora; (d) óleo; (e) prensador; (f) moedor; (g) farinha; (h) fulão; (i) peles com aspecto definitivo; e (j) despolpadeira (uma máquina desossadora/ despolpadora).

Fonte: (a) a (g) e (j) Arquivo pessoal e (h) e (i) Anônimos.

Com o recente crescimento do número de UBPs no Brasil e as diferentes capacidades de produção, a quantidade de resíduos gerados é diversificada e seu aproveitamento deve ser devidamente planejado. As UBPs podem processar subprodutos de tilápia e convertê-los em produtos de valor agregado, como óleo de peixe, farinha de peixe, pele curtida e carne mecanicamente separada. A transformação de subprodutos em produtos comerciais deve ser orientada por profissionais devidamente preparados e autorizados.

Tratamento de efluentes

A indústria do pescado gera resíduos sólidos, líquidos e combinados; a escolha do processo de tratamento, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados seguem critérios,

como legislação ambiental regional, o clima, a cultura local os custos do investimento a qualidade do efluente tratado (SONE, 2013) de forma sustentável (LULA; FERRAREZI JUNIOR, 2021).

No processamento industrial do pescado, a produção média de efluentes líquidos é em torno de 20 m³ por tonelada de peixe, constituída de escamas, gordura, sangue, matéria orgânica e nitrogenada (CAMPOS, 2020).

O efluente gerado (processamento tilápia) contém alta carga de matéria orgânica, sendo as etapas do processamento em que há maior contato da água com o pescado e seus resíduos (cabeça, carcaça, carne, pele, sangue e vísceras), as maiores fontes de matéria orgânica (MURAKAMI et al., 2024).

Campos (2020) relatou que para o lançamento em corpos hídricos, o efluente deve atender aos padrões de emissão estabelecidos pela legislação vigente, devendo as fontes poluidoras buscarem métodos de controle, visando melhorar a eficiência no uso da água no processamento, aplicar técnicas para minimizar os efluentes gerados e a possibilidade de reuso (BRASIL, 2005).

Poderá ser viabilizado um simples tanque de alvenaria ou mesmo escavado no solo e impermeabilizado, sendo o fundo em formato de “V”; o abastecimento deverá sempre ser pelo alto e com registro no fundo para o controle de vazão (CHICRALA et al., 2021).

No setor industrial existe um conjunto de métodos desenvolvidos para o tratamento de águas residuárias, visando regularização para despejo em corpos receptores (CAMPOS, 2020).

O efluente líquido gerado, antes de ser disposto no ambiente, normalmente é tratado por meio de sistemas de lagoas de estabilização que, na maioria das vezes, não retiram por completo o excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, provocando sérios problemas de eutrofização e dificultando algumas vezes, o reuso em atividades como a piscicultura, devido aos elevados teores de N amoniacal (REIDEL et al., 2005).

Para a mistura do efluente, será necessária a cons-

trução de um equalizador (Figura 14), que, além de misturar o material, deixará o fluxo de água constante, reduzindo os custos de investimento e operação (CHICRALA et al., 2021).

O termo lagoa de estabilização é geralmente aplicado a todos os corpos de água artificialmente criados ou empregados com a intenção de reter esgoto ou resíduos líquidos orgânicos até que estas águas se tornem estáveis e não objetáveis, através de decomposição biológica, e sejam adequadas para disposição final em águas receptoras, ou por meio de infiltração e evaporação (ZUGMAN, 1982). Chicrala et al. (2021) relataram sobre que o sistema de lagoas é o método mais adequado para o tratamento de efluentes nos países localizados em regiões tropicais e subtropicais, pois existe a disponibilidade de área para sua construção e a ação natural do calor e da luz solar que aceleram o crescimento de microrganismos, favorecendo a degradação biológica da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996). Geralmente, as lagoas são arranjadas em série, na seguinte ordem: lagoa anaeróbia, lagoa facultativa, lagoa de maturação ou de plantas aquáticas (Figura 14) (CHICRALA et al., 2021):

- Lagoas anaeróbias ou tanques anaeróbios se caracterizam normalmente por serem um represamento profundo, essencialmente livre de oxigênio dissolvido, que promove condições anaeróbicas; o processo normalmente ocorre em reservatórios profundos de terra, e tais lagoas são usadas como sistemas de pré-tratamento anaeróbico (EPA, 2002a); para garantir as condições de anaerobiose é lançada uma grande quantidade de efluente por unidade de volume da lagoa (grande quantidade de matéria orgânica e sólidos em suspensão presentes) (MELO; LINDNER, 2013).
- Lagoas facultativas ou tanques facultativos: a camada de água próxima à superfície contém oxigênio devido à reaeração atmosférica e produção das algas, uma condição que suporta exercícios aeróbicos e organismos facultativos; a camada inferior da lagoa inclui depósitos de lodo e suporta organismos anaeróbicos; a camada anóxica intermediária,

denominada zona facultativa, varia de aeróbica perto do topo até anaeróbica na parte inferior (EPA, 2002b); as lagoas facultativas são chamadas primárias, quando recebem esgoto bruto, e secundárias quando recebem o efluente de outra lagoa, em geral anaeróbica (ESESP, 2024). Apresenta baixo custo de implantação e manutenção necessitando de bastante espaço.

- Lagoas ou tanques de maturação ou de plantas aquáticas situam-se, geralmente, na parte final do sistema de lagoas: tem objetivo principal remover organismos patogênicos; a parcela de redução de sólidos em suspensão e da DBO é negligenciável (ESESP, 2024). Estão relacionadas com a remoção dos compostos de nitrogênio e fósforo (CHICRALA et al., 2021). Utilizam processos naturais para desinfetar águas residuais (VERBYLA, 2017).

Na Tabela 5 apresenta-se o resumo das características de lagoas de tratamento adequadas para a realidade do exemplo apresentado neste documento (uma UBP adaptada ao contexto da agricultura familiar, processamento mensal de 10 t de pescado, média diária de 0,33 t, quantitativo de efluente eliminado por dia de 1.780 L) (CHICRALA et al., 2021).

TABELA 5. Resumo das características de lagoas de tratamento propostas para uma unidade de beneficiamento de pescado (UBP) de capacidade de produção de 10 t por mês de pescado

Componente	Volume e dimensão (comprimento x largura x profundidade)
Equalizador	2,85 m³
Lagoa anaeróbica	12 m³ (2,0 m x 2,0 m x 3,0 m)
Lagoa facultativa	42 m³ (7,0 m x 4,0 m x 1,5 m)
Lagoa de plantas aquáticas	27 m³ (12,0 m x 3,8 m x 0,6 m)

Fonte: Chicrala et al. (2021).

Para finalizar, na Figura 14 há um exemplo de planta baixa para o sistema de efluentes segundo as informações descritas nesta seção deste documento (CHICRALA et al., 2021).

FIGURA 14. Exemplo de planta baixa do sistema de tratamento de efluentes

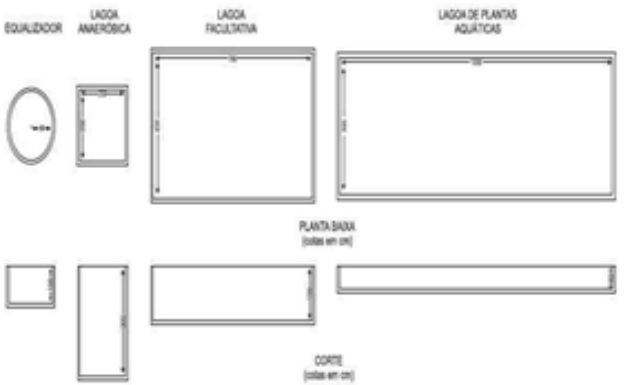


Ilustração: Alexandre Cotrin da Silva.
Fonte: Chicrala et al. (2021).

As lagoas ou tanques são comparativamente mais baratas do que outros processos de tratamento, embora exijam uma área de terra maior. O gerenciamento de águas residuais em uma indústria de processamento de tilápia é de grande preocupação em todo o mundo e o tratamento biológico dessas águas residuais pode ser uma das melhores opções.

Tratamento de resíduos sólidos: compostagem

Marone et al. (2024) relataram que no Brasil a Lei Federal nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa um modelo de gestão integrado em todo o Brasil; a PNRS promove a compostagem como técnica recomendada para a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos orgânicos (BRASIL, 2010). No entanto é necessário seguir a legislação vigente.

A compostagem é um método aeróbio de reciclagem e tratamento dos resíduos orgânicos que busca reproduzir algumas condições ideais observadas no processo natural de degradação da matéria orgânica, bem como garantir a segurança do processo (PROENÇA et al., 2021).

Os resíduos provenientes da cadeia do pescado são compostos por aparas, carne escura, cabeças, carcaças, pele (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003) e escamas (ADERALDO et al., 2024); esses resíduos orgânicos têm um valor econômico relativamente baixo, são oriundos do processo produtivo, desde a criação até o consumo, e nem sempre são descartados

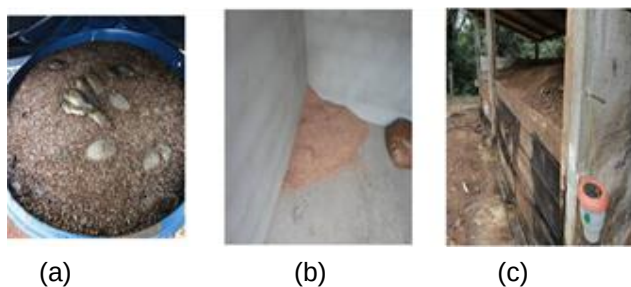
de maneira adequada (MACHADO, 2022).

A compostagem (Figura 15) é um processo biológico, aeróbio e controlado de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas mediada por microrganismos benéficos, tais como: fungos e bactérias (INÁCIO; MILLER, 2009). Chicrala et al. (2021) relataram que assim, são consideradas matérias-primas para a compostagem os restos de processamento do pescado. De acordo com os mesmos autores o processo de compostagem envolve a participação de quatro elementos básicos: fonte de carbono, material fermentativo (Figura 15a), umidade e oxigênio; a fonte de carbono é representada por um resíduo vegetal seco (Figura 15b).

Machado (2022) relatou que o material fermentativo é o ingrediente para a decomposição e também a principal fonte de nitrogênio no adubo orgânico; peixes mortos, doentes ou descartados da produção aquícola e os resíduos provenientes das etapas do beneficiamento reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado (vísceras, escamas, carcaças e peles) são alguns exemplos de materiais fermentativos que poderiam ser indicados para a prática da compostagem.

O pó de serra, a maravalha, as palhas de cereais e o bagaço de cana são alguns exemplos. A sua escolha deve levar em consideração o custo-benefício, a disponibilidade e proximidade com o local da compostagem e a composição química do material (relação C/N) (CHICRALA et al., 2021).

FIGURA 15. Compostagem



Fonte: Arquivo pessoal.

A transformação dos resíduos agroindustriais em adubo orgânico na composteira se inicia pela interação microrganismos-substrato sob aeração periódica, aumento de temperatura e umidade contro-

lada; inicialmente, o período varia entre 25 e 60 dias, dependendo da quantidade de material fermentativo depositado na composteira; posteriormente, a temperatura diminui e a estabilização se completa com 60 dias; após essa fase, o composto adquire característica homogênea, ausência de mau cheiro e cor escura, de modo que não é mais possível distinguir os materiais introduzidos no início da atividade (CHICRALA et al., 2021). A tecnologia para a realização da compostagem não exige altos investimentos (SILVA et al., 2018).

Uma boa compostagem depende do controle de alguns fatores-chave, como umidade, a temperatura, a aeração (nível de oxigênio) e balanço de nutrientes (carbono e nitrogênio); o controle destes fatores favorece que os microrganismos, como minhocas, insetos e pequenos mamíferos, assim como os microrganismos, como fungos e bactérias, atuem na acelerada degradação da matéria orgânica, garantindo a eliminação dos patógenos e evitando a presença de vetores de doenças (PROENÇA et al., 2021). Chicrala et al. (2021) relataram que dessa forma, pode ser considerado pronto para aplicação em solo como fonte de nutrientes e/ou condicionadores de solo para diferentes culturas agrícolas (KIEHL, 1998) inclusive as escamas como um biofertilizante eficaz (ADERALDO et al., 2024).

Precauções devem ser tomadas para que os resíduos de pescado nunca permaneçam ao ar livre e fora das leiras; deve-se, nesse caso, cobrir os resíduos de pescado com a fonte de vegetal seco a cada revolvimento (CHICRALA et al., 2021).

Os compostos orgânicos e biofertilizantes podem ter múltiplas utilidades, seja na propriedade, aumentando a fertilidade do solo e a produtividade das culturas ou como produto econômico, sendo comercializado em feiras, hortifrúteis e até mesmo em lojas de produtos agropecuários, gerando renda extra aos produtores (SOUSA et al., 2024).

Atualmente no processamento da tilápia um cenário

onde a sustentabilidade é cada vez mais buscada, a compostagem de resíduos desempenha um papel fundamental na reciclagem de resíduos orgânicos da filetagem da tilápia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para investir em um frigorífico pode ser necessário realizar com antecedência estudos econômicos, consultar a legislação vigente, incrementar o conhecimento na área da extensão rural, adoção de inovações tecnológicas na área de filetagem com o objetivo, meta de organizar as relações que ocorrem existentes entre os elos da cadeia produtiva da tilápia para que o produto final da tilapicultura seja competitivo com os similares da captura pesca predominantemente no que tange a fidelidade dos produtores para com os frigoríficos.

Com produtos processados principalmente a tilápia na forma de filé, normalmente o sucesso de piscicultura a nível familiar pode estar relacionado a uma especialidade, a agregação de valor ao produto com alta qualidade.

Contudo, o custo de produção de filé de tilápia pode variar de acordo com a tecnologia utilizada, distância da tilapicultura, distância do mercado, valor do insumo etc. Pode variar também de acordo com o tamanho do empreendimento e a mão de obra empregada. Em qualquer circunstância para o incremento da produção, o setor envolvendo a produção deve estar preparado para operar com maior eficiência operacional visando a diminuição nos custos de produção e do preço da tilápia mais acessível ao consumidor.

Portanto o alto padrão de higiene no processamento da tilápia para a produção de filé pode ser essencial para a comercialização do produto. A metodologia da produção de filé deve depender do fluxograma proposto de acordo com a legislação vigente e, por conseguinte, o padrão de qualidade deve ser estabelecido de acordo com os requerimentos legais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Professores da Universidade Kitasato no Japão pelas informações fornecidas sobre o processamento de pescado.

REFERÊNCIAS

- ADERALDO, F.; ÍCARO C.; LIMA, T. DE A.; DE SOUSA, E.; DO N., BARBOSA, R. M.; ABREU, V. DOS S.; PRADO, L. P.; MARINHO, S. DE O. P.; GONDIM, F. A. Escama de tilápia como fertilizante estimula o sistema enzimático antioxidante e reduz os efeitos do estresse hídrico em plantas de girassol. **Revista Delos**, Curitiba. v. 17, n. 53, e1318, 2024, 22 p.
- ALVES, F. L.; MARUO, V. M.; TO MAZZINGHY, C. L. Fauna parasitária de peixes da família Pimelodidae. **Revista Científica De Medicina Veterinária**, Garça, Ano XVI, n. 32 – janeiro de 2019, 31 p. Disponível em < http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/dmokVQFRavqdlGd_2019-4-12-16-0-59.pdf > Acesso em 29 de setembro de 2019.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 40 de 21 mar. 2001. **Aprova o regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados**. Brasília, DF, 2001, 62 p. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm. Acesso em: 01 jan. 2009.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência Nacional de Alimentos. **Rotulagem nutricional obrigatória**. Brasília, DF, 2005, 44 p.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 26 de 2 de julho de 2015. **Dispõe sobre requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares**. Diário Oficial da União, nº 125 de 3 julho de 2015.
- APACO (Associação dos Pequenos Agricultores do Oeste Catarinense). **Abate e filetagem de 100 toneladas de peixes/ano**. 2010 Perfis Agroindustriais Série APACO 2007. Brasília: Programa de agroindustrialização da produção da agricultura familiar 2007-2010, 50 p.
- BACELAR, R. G. A.; MURATORI, M. C. S. Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão. **Revista Científica Rural**, Bagé. v. 22, n 2, p. 263 – 278, 2020.
- BARCELLOS, L. J. G.; PEDRAZZANI, A. S.; MAIA, C. M.; RUCINQUE, D. S. O abate de peixes pode (e deve) ser humanitário? Rio de Janeiro: **Panorâma da Aquicultura**. p. 46 – 63, 2023.

- Disponível em <https://panoramadaaquicultura.com.br/wp-content/uploads/2023/07/Pan192_COMPLETA_14mb.pdf> Acesso em 20 de fevereiro de 2025.
- BARROSO, R. M.; TENÓRIO, R. A.; PEDROZA FILHO, M. X.; WEBBER, D. C.; BELCHIOR, L. S.; TAHIM, E. F.; CARMO, F. J.; MUEHLMANN, L. D. Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, Palmas, TO. Série Documentos, v. 23, 2015, 64 p.
- BALOI, M. F. **Protocolo de cultivo de tilápia em tanques escavados**. Chókwè, Moçambique: Centro de pesquisa aquicultura (CEPAQ). 2022, 19 p.
- BACELAR, R. G. A.; MURATORI, M. C. S. Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão. **Revista Científica Rural**, Bagé. v. 22, n 2, p. 263 – 278, 2020.
- BARROSO, R. M.; MUÑOZ, A. E. P.; CAI, J. Social and economic performance of tilapia farming in Brazil. **FAO Fisheries and Aquaculture Circular**, n. 1181. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 2019, 44 p.
- BECKER, E. **Simulação da dinâmica operacional do processo de produção de filés de tilápia em um frigorífico de peixes**. 2014, 61 p. Trabalho de conclusão de curso, título de Engenheiro de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.
- BECKER, E.; SANTOS, J. A. A.; SCHMIDT, C. A. P.; ZANDONA, E. T. P. Análise do processo de produção de filés de tilápia por meio de simulação: um estudo de caso. **Engvista**, Rio de Janeiro. v. 17, n. 4, 2015, p. 531-539, 2015.
- BIATO, D.O. **Deteção e controle do off flavor em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação**. 2005, 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- BOZANO, G. L. N. **Estratégias integradas de produção e processamento de tilápias: um estudo de caso**. Piracicaba, 2019, 84 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.
- BRASIL. CONAMA 357/05 – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de procedimentos. Implantação de estabelecimento industrial de pescado: produtos frescos e congelados**. Brasília: MAPA: SEAP/PR, 2007, 112 p.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília. 2010, 19 p.
- BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício Circular GAB/DIPOA nº 25/2009, de 13 de novembro de 2009. **Estabelece os procedimentos de verificação dos programas de autocontrole em estabelecimentos de pescado e derivados**. Disponível em <[HTTP://www.pescado.hdfree.com.br/oficio_circular_25_2009.htm](http://www.pescado.hdfree.com.br/oficio_circular_25_2009.htm)>> Acesso em: 5 de novembro de 2012.
- BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021. **Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Diário Oficial da União, 23 julho 2021. Seção 1, p.1-4. Edição Extra.
- BRUM, S. A.; AUGUSTO, P. O. M. Ambiente de tarefas: as estratégias da Copacol (PR) na produção de tilápia em escala industrial pelo sistema vertical integrado. **Revista Eletrônica Científica do CRA-PR**, Curitiba. v. 3, n. 1, p. 19-34, 2015.
- CÂMARA, M. C. C.; MARINHO, C. L. C.; GUILAM, M. C.; BRAGA, A. M. C. B. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington. v. 23, n. 1, p. 52-58, 2008.
- CAMARGO, A. F. M.; AMORIM, R.V. Fish farming in cages: a practice to be restricted in Brazil. **Acta**

- Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro. v. 32, e 101, 2020, 6 p.
- CAMPOS, J. L. Frigoríficos: setor enfrenta dificuldades para viabilizar o lucro. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 22, n. 131, p. 14-21, 2012.
- CAMPOS, E. G. P. **Tratamento de efluente do processamento de peixe utilizando coagulação/sedimentação e flotação**. 2020, 111 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, área de concentração em Monitoramento e Controle Ambiental. Centro de Engenharias e Ciências Exatas. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.
- CARBONERA, N. **Análise de perigos e pontos críticos de controle associado à detecção de *Pseudomonas* sp. no processamento da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2007, 120 p. Dissertação Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- CARVALHO – FILHO, J. Tilápia do Brasil: Um frigorífico com a marca do país. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 15, n. 91, p. 51 – 53, 2005.
- CHICRALA, P. C. M. S.; SANTOS, V. R. V. Despesca e abate de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa. Cap. 11, p. 379-397, 2013.
- CHICRALA, P. C. M. S.; LIMA, L. K. F.; SOUZA, D. N.; MATOS, F. T.; SOUZA, A. L. M.; CALIXTO, F. A. A.; BORGHESI, R.; CAVALCANTE, H. A. **Unidade de beneficiamento de pescado para as organizações da agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa. 2021, 34 p.
- COELHO M. E. G.; PEDRAZZANI, A. S.; QUINTILIANO, M. H.; BOLFE, F.; MOLENTO, C. F. M. Fish slaughter practices in Brazilian aquaculture and their consequences for animal welfare. **Animal Welfare**, Schaumburg. v. 31, n. 2, p. 187-192, 2022.
- CPT. Centro de Produções Técnicas. **Processamento de peixes: filetagem**. Viçosa: Centro de produções técnicas e editora Ltda. 2000 – 2025, 7 p.
- CRIBB, Y.; SEIXAS FILHO, J. T.; MELLO, S. C. R. P. **Manual técnico de manipulação e conservação de pescado**. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 119 p.
- DIAS, M. E. D.; OLIVEIRA, E. L. **O circuito espacial produtivo da tilápia em Alvorada do Sul – PR: reflexos sobre o meio construído**. XIII ENANPEGE, A Geografia Brasileira na Ciência – Mundo: produção, circulação e apropriação do conhecimento, São Paulo, de 2 a 7 de setembro de 2019, 13 p.
- DIAS, E. F. **Piscicultura: Segurança Alimentar e Economia**. Rio de Janeiro: Olhar Oceanográfico. 2024, 10 p.
- DOTTI, A.; VALEJO, P. A. P.; RUSSO, M. R. Licenciamento ambiental na piscicultura com enfoque na pequena propriedade: uma ferramenta de gestão ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã. v. 3, n. 1, p.6-16, 2012.
- ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Filetagem de Pescado**. Rio de Janeiro: série Centros Comunitários de Produção. 2015, 125 p.
- EMBRAPA – Embrapa Pesca e Aquicultura. **Unidade de beneficiamento de pescado para as organizações da agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa. 2021, 34 p.
- EPA. United State Environmental Protection Agency. **Wastewater Technology Fact Sheet Anaerobic Lagoons**. Washington: Municipal Technology Branch US EPA. 2002a, 6 p.
- EPA. United State Environmental Protection Agency. **Wastewater Technology Fact Sheet Facultative Lagoons**. Washington: Municipal Technology Branch US EPA. 2002b, 4 p.
- ESESP. **Lagoas de Estabilização**. Vitória: Escola de Serviço Público do Espírito Santo, Conteúdo de treinamento. 2024, 34 p.
- FAO. **Codex standard for quick frozen finfish, uneviscerated and eviscerated**: Codex Stan 36–1981. Noruega, 1995, 6 p.
- FAO. **Code of practice for fish and fishery products**: CXC 52-2003. Roma, 2020, 372 p.
- FEIDEN, A.; RAMOS, M. J.; CHIDICHIMA, A. C.; SCHMIDT, C. M.; FIORESE, M. L.; COLDEBELLA, A. A cadeia produtiva da tilápia no oeste do Paraná: uma análise sobre a formação de um arranjo produtivo local. **Redes - Santa Cruz**

- do Sul:** Universidade de Santa Cruz do Sul. v. 23, n. 2, p. 238-263, maio-agosto, 2018. Disponível em < file:///C:/Users/marco.igarashi/Downloads/8992-49861-1-PB.pdf > Acesso em 12 de julho de 2018.
- FERREIRA, N. A.; ARAÚJO, R. V.; CAMPOS, E. C. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. **Pubvet**, Maringá. v. 12, n. 7, a137, p. 1-14, Jul., 2018. Disponível em < http://www.pubvet.com.br/uploads/4a1988006bae58abc4cde4f35b03551e.pdf > Acesso em 26 de setembro de 2019.
- FONSECA, F.; TORRES, R. Anuário da PeixeBR evidencia como montanha-russa do ciclo produtivo ainda impede expansão vertiginosa da piscicultura no País. **Seafood Brasil Editora Ltda. ME**, São Paulo. #33, p. 69-74, Jan/Mar 2020.
- FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A. Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. **Holos**, Natal, v. 6, n. 29, p. 33-41, dez. 2013. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/260928565_Diferentes_metodos_de_abate_do_pescado_produzido_em_aquicultura_qualidade_da_carne_e_bem-estar_do_animal > Acesso em 9 de outubro de 2019.
- GERAQUE, E. **Seleção genética turbina a produção de tilápias**. São Paulo: Jornal da Unesp. 2024, 3 p.
- GONÇALVES, A. A. Aproveitamento Integral da Tilápia no Processamento. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C. **Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura** - Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2006, p. 237 – 259. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/267450693_Aproveitamento_integral_da_tilapia_no_processamento > Acesso em 28 de setembro de 2019.
- GUERRERO, L.; OMIL, F.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. Protein recovery during the overall treatment of wastewaters from fish-meal factories. **Bioresource Technology**, New York. v. 63, n. 3, p. 221-229, Mar. 1998.
- GUIMARÃES, J. T.; SOUZA, A. L. M.; BRIGIDA, A. I. S.; LUIZ, D. B.; SANTOS, V. R. V.; CHICRALA, P. C. M. S.; FURTADO, A. A. L.; MESQUITA, E. F. M. **Processamento sustentável de peixe:** relatos de casos em indústrias / editores técnicos, Editores Técnicos: Luiz, D. B.; Santos, V. R. V. Capítulo 3. Brasília: Embrapa. p. 90 – 109, 2024.
- HORN, C. L.; SHIKIDA, P. F. A.; STADUTO, J. A. R. O ambiente competitivo e as estratégias da Copacol (PR): O caso da produção da tilápia. **Revista Extensão Rural**, DEAPER/ PPGEExR – CCR – UFSM. Ano XVI, n. 17, p. 5-24, 2009.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem:** ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009, 156 p.
- JACOBSEN, S.; FOSSAN, K. M. Temporal variations in the glaze uptake on individually quick frozen prawns as monitored by the CODEX standard and the enthalpy method. **Journal of Food Engineering**, London. v. 48, n. 3, p. 227-233, 2001.
- KAIRÓS. **Equipamentos para pescados**. Curitiba: Kairos. 2024, 6 p. Disponível em < https://kairosrepresentacao.com.br/product/equipamentos-para-pescados/ > Acesso em 17 de fevereiro de 2024
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1998, 171 p.
- KUBITZA, F. **Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos**. Jundiaí: Aqua Supre, 2004, 82 p. (Coleção piscicultura avançada).
- LACERDA, N. F.; SALES, A. L. L. B.; SANTOS, B. A. DA S.; SUELA, A. G. L.; GONÇALVES, A. C. DOS S.; TONINI, W. C. T.; TONINI, R. M. C. W. Off-flavor na produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais. v. 18, n. 1, e14363., p. 01-19, 2025.
- LAMBOOIJ, E.; VAN DE VIS, J. W.; KUHLMANN, H.; MÜNKNER, W.; OEHLenschläger, J.; KLOOSTERBOER, R. J.; PIETERSE, C. A feasible method for humane slaughter of eel (*Anguilla anguilla* L.): electrical stunning in freshwater prior to gutting. **Aquaculture Research**, Danvers. v. 33, n. 9, p. 643-652, 2002.

- LEONEL, A. P. S. **Viabilidade econômica de produtos á base de tilápia para alimentação escolar nos municípios de Toledo-PR e Marechal Cândido Rondon-PR.** Jaboticabal, 2016, 87 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2016.
- LIMA, C. L. S. **Avaliação dos perigos microbiológicos em uma indústria de beneficiamento de pescado e sugestão de um sistema de gestão de qualidade.** 2012. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Núcleos de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém – PA, 2012. Disponível em < http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4674/1/Tese_AvaliacaoPerigosMicrobiologicos.pdf> Acesso em 5 de outubro de 2019.
- LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P. O.; SOUSA, D. N.; BERGAMIN, G. T.; LIMA, L. K. F.; TORAT, L. S.; PEDROZA FILHO, M. X.; MACIEL-HONDA, P. O.; FLORES, R. M. V. **Manual de piscicultura familiar em viveiros escavados.** Brasília, DF: Embrapa. 2024, 156 p.
- LULA, M. A.; FERRAREZI JUNIOR, E. Project to create a tilapia refrigerator. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga. v. 18, n. 2, p. 443 – 454, 2021.
- MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da estação de tratamento de esgoto de Samambaia - DF : para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** 2006. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)— Universidade de Brasília, Brasília 2006.
- MACHADO, R. L. P. **Manual de rotulagem de alimentos.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2015. 24 p.
- MACHADO, E. A. P. C. **Compostagem de resíduos orgânicos oriundos da piscicultura e comércio de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em pesqueiros: uma alternativa sustentável.** 2022, 53 p. Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
- MACIEL, E. S.; GALVÃO, J. A.; ARRUDA, L. F.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; ANGELINI, M. F. C.; OETTERER, M. **Recomendações técnicas para o processamento da tilápia.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2012. 65 p. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83628/1/Doc-213-Rastreabilidade-com-capa.pdf> > Acesso em 28 de setembro de 2019.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Por Alessandra Paro Rodrigues Cesar. **Estabelecimento industrial do pescado.** 2017, 29 p. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/70301355-Estabelecimento-industrial-de-pescado.html>>. Acesso em: 03 de setembro de 2021.
- MAPA - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orientações para atuação do Grupo Gestor Estadual no ABC + (2020-2030) e respectivo plano de ação estadual.** ALVES, F. V.; RASKI, R. K.; RAMOS, E. N. (rev.); BARCELLOS, L. J. G.; SILVA, S. R. Projeto Gráfico; BUSS, L. P. Coordenação. Brasília: MAPA/AECS, 2022, 55 p.
- MARONE, E. J.; ROVEDA, L. F.; HERMENEGILDO, W. Avaliação da Qualidade do Composto Orgânico Produzido a Partir de Resíduos de Filetamento de Peixes: Aplicação e Uso na Agricultura. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo. v.18. n.10, e08739, p.1-16, 2024.
- MATOS, F. T.; PEDROZA, M. X.; CHICRALA P. C. M. S.; MATAVELI, M.; MUÑOZ, A. E. P.; TARDIVO, T. F. **Boas Práticas de Manejo. Produção de tilápias em tanques-rede.** Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 1ª impressão maio de 2020, 8 p.
- MATOS, A. P.; MATOS, A. C. **Experiências, avanços e perspectivas do cultivo de tilápias em tanque-rede instalados no lago da usina hidrelétrica de Itá- Concordia, SC, Brasil.** XX CONBEP, Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 08 a 11 de outubro de 2017, Florianópolis, SC, p. 101 – 109, 2017.
- MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. **Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica.** Brasília, 2003, 63 p. Disponível em: Acesso em: 4

- dez. Disponível em <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/piscicultura.pdf> Acesso em 01 de outubro de 2019.
- MELO, J. F.; LINDNER, E. A. Dimensionamento comparativo lagoas versus wetlands para o tratamento de esgoto em bairro de Campos Novos, SC. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba. v. 4, n. 2, p. 181-196, 2013.
- MELO, E. M. C.; GOMES, C. H. A. M.; SILVA, F. C.; SÜHNEL, S.; MELO, C. M. R. Chemical and physical methods of triploidy induction in *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 889-898, nov. 2018. Disponível em <<https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1081>> Acesso em 4 de outubro de 2018.
- MENDES, P. S. Enzyme **hydrolysis and characterization of protein concentrate obtained from mechanically separated meat (CMS) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. 2024, 70 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
- MILANEZ, A. Y.; GUIMARÃES, D. D.; MAIA, G. B. S.; MUÑOZ, A. E. P.; PEDROZA FILHO, M. X. Potencial e barreiras para a exportação de carne de tilápias pelo Brasil. **BNDES Set.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 155-213, mar. 2019. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196950/1/CNPASA-2019-bndes.pdf>> Acesso em 29 de setembro de 2019.
- MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil - e-Tec Brasil. 2011, 165 p. Disponível em <http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/411/Processamento_e_Conservacao_do_Pescado.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 27 de setembro de 2019.
- MORAES, I. V. M. **Tecnologia Do Pescado**, Dossiê Técnico, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC. 2007, 43 p. Disponível em: <[> Acesso em 22 de outubro de 2019.](http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTg=)
- MURAKAMI, K. T. T.; RODRIGUES, L. G. G.; PONSANO, E. H. G.; SANTOS, V. R. V.; LIMA, L. K. F.; BORGHESI, R.; FRITZ, A. R. M.; MOREIRA, R. F. P. M.; ALVES, R. R.; LUIZ, D. B. **Caracterização dos efluentes como ferramenta na implementação de medidas de minimização, segregação, tratamento e reuso de efluentes**. Estudos de caso com processamento de tilápia, sardinha e atum. Relatos de casos em indústrias. Editores técnicos: Luiz, D. B.; Santos, V. R. V. processamento sustentável de peixe Brasília: Embrapa. 2024, 39 p.
- NEIVA, C. R. P.; MATSUDA, C. S.; MACHADO, T. M.; CASARINI, L. M.; TOMITA, R. Y. Glaciamento em filé de peixe congelado: Revisão dos métodos para determinação de peso do produto. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo. v. 41, n. 4, p. 899 – 906, 2015.
- OETTERER, M. Técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. **Panorama de Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 8, n. 46, p. 14-20, 1998. Disponível em <<https://panoramadaaquicultura.com.br/tecnicas-de-beneficiamento-e-conservacao-do-pescado-de-agua-doce/>>. Acesso em 4 de outubro de 2019.
- OETTERER, M. **Industrialização do Pescado Cultivado**. Guaíba: Livraria e editora Agropecuária, 2002, 200 p.
- OETTERER, M.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; GALVÃO, J. A. Congelamento é o melhor método para a conservação do pescado. **Visão Agrícola**, Piracicaba. n. 11, jul/dez 2012, p. 137 – 139, 2012. Disponível em <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-processamento07.pdf>>. Acesso em 4 de outubro de 2019.
- OLIVEIRA, D. C. F.; SOUZA, R. H.; ALBERGARIA, F. C.; MIRANDA, A. L. S.; BATISTA, G. A.; GOMES, M. E. DE S.; RAMOS, A. DE L. S.; FREITAS, R. T. F. DE. Inovações na industrialização da tilápia. **Revista Foco**, Curitiba. v. 17, n. 6, e5383, p. 01-22. 2024

- OLSEN, S. H.; SORENSEN, N. K.; STONNO, S. K.; ELVEVOLL, E. O. Effect of slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam. v. 258, n. 1-4, p. 462–469, 2006.
- OLSEN, S. H.; SORENSEN, N. K.; LARSEN, R.; ELVEVOLL, E. O.; NILSEN, H. Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) – Measured chemically and Visible and Nearinfrared spectroscopy. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 284, n. 1, p.90 – 97, 2008.
- PEDRAZZANI, A. S.; QUINTILIANO, M. H.; BOLFE, F.; SANS, E. C. O.; MOLENTO, C. F. M. Tilapia on-farm welfare assessment protocol for semi-intensive production systems. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne. v. 7, art.606388, 2020, 16 p.
- PEDROZA FILHO, M. X.; FLORES, R. M. V.; ROCHA, H. S.; SILVA, H. J. T.; SONODA, D. Y.; CARVALHO, V. B.; OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, F. L. M. **O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 25). Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura. 2020, 38 p.
- PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2024**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura. 2024, 121 p.
- PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2025**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura. 2025, 130 p.
- PEREIRA, K. R. O. **Aspectos técnicos de plantas processadoras de pescados (congelado e fresco)**. Serviço brasileiro de resposta técnica, Brasília. 2005, 7 p.
- PROENÇA, L. C.; RODRIGUES, C. A. O.; LANA, M. M. **Compostagem**. Brasília: Embrapa. 2021, 6 p.
- REIS, E. S. **Métodos de filetagem de tilápia-do-nilo em dois abatedouros frigoríficos de pescado e o resultado no rendimento de filé sem pele e geração de resíduos**. 2022, 42 p. Dissertação de Mestrado; Mestre em Alimentos de Origem Animal no Programa de Pós-Graduação em Alimentos de Origem Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Avaliação e Controle de Carne, Pescados e Derivados.
- REIS, E. S.; CARDOSO, S.; OLIVEIRA, T. E. Nile tilapia filleting methods in two fish slaughterhouses: fillet yield and waste Métodos de fileteado de tilapia del Nilo en dos mataderos de pescado refrigerados: rendimiento del filete sin piel y desechos. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista. v. 12, n. 1, e27812135831, 2023, 11 p.
- REIDEL, A.; DAMASCENO, S.; ZENATTI, D. C.; SAMPAIO, S. C.; FEIDEN, A.; QUEIROZ, M. M. F. Utilização de efluente de frigorífico, tratado Utilização de efluente de frigorífico, tratado com macrófita aquática, no cultivo de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 9, (Suplemento), p.181-185, 2005.
- RODRIGUES, F. M. S.; ARAÚJO, F. F. **Abate de peixes através da insensibilização por percussão não perfurante**. Belo Horizonte: Resumos científicos do curso de medicina veterinária – Universo BH. 2023, 1 p.
- ROTH, B.; IMSLAND, A.; GUNNARSSON, S.; FOSS, A.; SHELVIS-SMITH, R. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a comparison between different stunnig methods. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. 754-761, 2007.
- SABONETE, D. T. **Relatório de estágio efetuado no Centro de Pesquisa em Aquicultura – CEPAQ**. 2024, 39 p. Faculdade de Veterinária Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos Licenciatura em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Mondlane.
- SANTOS, E. C. B. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do nilo**. 2013. 97 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100161/santos_ecb_dr_jabo.pdf?sequence=1> Acesso em 5 de outubro de 2019.
- SANTOS, V. R. V.; LUIZ, D. B. Processamento de peixes Aspectos Gerais. Capítulo 1. **Processamento sustentável de peixe**: relatos de casos em indústrias / editores técnicos, Editores Técnicos: Luiz, D. B.; Santos, V. R. V. Brasília, DF: Embrapa. p. 16 – 70, 2024.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução

- da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Texto para discussão / **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea. 2017, 35 p.
- SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas. v. 6, n. 2 p. 333-337, 2003.
- SILVA, G. F.; MACIEL, L. M.; DALMASS, M. V.; GONÇALVES, M. T. **Tilápia-do-nilo criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**. Curitiba: GIA. 2015, 290 p. Disponível em < <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2017/12/Livro-pronto.pdf> > Acesso em 9 de outubro de 2019.
- SILVA, L. M.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; ABREU, J. G.; FIGUEIREDO, E. E. S. Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo. v. 42, n. 1, p. 252–257, 2016.
- SILVA, F. X.; LIMA, L. K. F.; BESSA, M. L.; SENA, A. L. G.; SAKAMOTO, S. S. Compostagem segura na utilização de resíduos de pescado com maravalha de pinus e casca de arroz. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO. v. 4, n. 2, p. 24 – 33, 2018.
- SONE, A. P.; MENDOZA, C. F. Tecnologia Alternativa para Tratamento de efluente Proveniente de Frigoríficos de peixes, 2013.
- SONE, A. P. **Tecnologia alternativa para tratamento de efluente proveniente de frigorífico de peixes**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.
- SOUZA, S. M. G.; MATHIES, V. D.; FIORAVANZO, R. F. Off-flavor por geosmina e 2-Metilisoborneol na aquicultura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 835-846, 2012.
- SOUZA, A. L. M.; COUTINHO, C. E. R. V.; CALIXTO, F. A. A.; MESQUITA, E. F. M. Capítulo 4 - Implantação e operacionalização de estabelecimento para abate e processamento. In: CRIBB, A. Y.; SEIXAS FILHO, J. T.; MELLO, S. C. R. P. (Editores técnicos) **Manual técnico de manipulação e conservação de pescado**. Brasília, DF: Embrapa. 2018, p. 76 – 110. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/334097880_Manual_tecnico_de_manipulacao_e_conservacao_de_pescado > Acesso em 11 de outubro de 2019.
- SOUZA, S. J. M.; RIBEIRO, D. P.; JESUS, P. P.; AZEVEDO, G. A. Use of fish waste for the production of organic fertilizers in agriculture: literature review. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teófilo Otoni. v. 09, 2024, 22 p.
- SUFRAMA. **Projeto Potencialidades Regionais: estudo de Viabilidade Econômica**. Manaus: Piscicultura. Manaus, 2003, 72 p.
- SOARES, M. C. F.; LOPES, J. P.; BELLINI, R.; MENEZES, D. Q. A piscicultura no rio São Francisco: é possível conciliar o uso múltiplo dos reservatórios? **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, São Luiz. v. 2, n. 2, p. 69 – 83, 2007.
- SOARES, N. M.; MENDES, T. S.; VICENTE, A. A. Effect of chitosan-based solutions applied as edible coatings and water glazing on frozen salmon preservation: a pilotscale study. **Journal of Food Engineering**, London. v. 119, n. 2, p. 316-323, 2013.
- SOUZA, M. L. R.; MARENGONI, N. G.; PINTO, A. A. Rendimento do processamento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de corte da cabeça em duas categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá. v. 22, n. 3, p.701-706, 2000.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá. v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.
- SOUZA, M. L. R. de. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
- TORREZAN, R.; FREITAS, S. J.; SANTOS, D. A.; FURTADO, A. A. L. **Elaboração de salsicha de tilápia**. Comunicado Técnico 252. Rio de Janeiro:

Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2024, 5 p.

UCHIMURA, M. S. **Abatedouro de peixes**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – TECPAR, Curitiba, 2006, 5 p. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. Disponível em < <https://www.docsity.com/pt/abatedouro-de-tilapia-resposta-tecnica/4732017/> > Acesso em 10 de outubro de 2019.

VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 140 p.

VERBYLA, M. E. **Maturation ponds**. San Diego: Factsheet. 2017, 3 p.

ZUGMAN, J. Lagoas de estabilização de esgotos: separação de algas e remoção de nitrogênio amoniacal nos seus efluentes. **Revista DAE**, São Paulo. Edição 72, p. 322 – 346, 1982.