

## TRATAMENTO DE EFLUENTES NA PISCICULTURA COM ÊNFASE EM TRATAMENTOS SUSTENTÁVEIS

## TREATMENT OF EFFLUENTS IN PISCICULTURE WITH EMPHASIS ON SUSTAINABLE TREATMENTS

**Daniella Mendes Silva<sup>1</sup>**

Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU), São Paulo, SP, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-0703-0264>

mendesdaniella59@gmail.com

**Prof. Orientador Me. MBA. André Luiz Assi<sup>1 2</sup>**

Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU), São Paulo, SP, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-1420-9302>

andre@higienealimentar.com.br

**Prof. Coorientador Dra. Arianne Costa Baquião<sup>1</sup>**

Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, SP, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-3921-9256>

arianne.baquiao@yahoo.com.br

<sup>1</sup>Análise Formal, Conceituação, Curadoria de Dados, Escrita, Primeira Redação, Revisão e Edição

<sup>2</sup>Administração do Projeto

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi realizar revisão bibliográfica de caráter exploratório sobre tratamento de efluentes na piscicultura com ênfase nos tratamentos sustentáveis e seu impacto ecológico. A importância deste tema envolve pesquisar métodos de tratamentos alternativos aos dejetos da piscicultura, visto sua importância referente à sustentabilidade. Além disso, há tendência mundial da população buscar hábitos alimentares saudáveis, que gerem menor impacto ao meio ambiente, influenciando diretamente no desenvolvimento agropecuário. A proposta de tratamento de efluentes na piscicultura por métodos alternativos visa a diminuição de poluentes na água, considerando técnicas já utilizadas em saneamento básico, aplicadas com os efluentes da aquicultura. No Brasil, utiliza-se o método de processos oxidativos avançados - POA por cloro, que ao reagir com outros compostos,

libera substâncias contaminantes ao meio ambiente. De um modo geral, a piscicultura produz baixo impacto ambiental e à saúde humana, mas é importante enfatizar a relação única de saúde na produção de alimentos.

**Palavras-chave:** Aquicultura. Saneamento Básico. Tratamentos alternativos.

### ABSTRACT

The objective of this work was to carry out an exploratory literature review on effluent treatment in fish farming with an emphasis on sustainable treatments and their ecological impact. The importance of this theme involves researching alternative treatment methods to fish farming waste, given its importance in terms of sustainability. In addition, there is a global tendency of the population to seek healthy eating habits, which generate less impact on the environment, directly influencing

agricultural development. The proposed treatment of effluents in fish farming by alternative methods aims to reduce pollutants in the water, considering techniques already used in basic sanitation, applied with effluents from aquaculture. In Brazil, advanced oxidative processes are used - POA's by chlorine, which when reacting with other compounds, releases contaminant substances into the environment. In general, fish farming has a low impact on the environment and human health, but it is important to emphasize the unique relationship of health in food production.

**Keywords:** Aquaculture. Sanitation. Alternative treatments.

## 1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos são constantemente afetados pela poluição de esgoto doméstico, agrícola e industrial causada pela descarga de grandes quantidades de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos. Apesar dessas dificuldades, a piscicultura no Brasil vem ganhando espaço no mercado, pois o país possui condições climáticas favoráveis, potencial hídrico elevado para a criação de peixes para consumo e enorme mercado em potencial. Entretanto um dos gargalos da cadeia de produção de peixes está relacionado com a poluição de águas naturais e residuais (BOZANO, 2002; KUBITZA, 2003).

Embora comparadas às águas residuais industriais, as águas residuais da piscicultura não apresentam altas concentrações de poluentes, estas

podem conter altas concentrações de algumas variáveis limnológicas, tornando a criação de peixes uma fonte de poluição (BOYD; SCHIMITTOU, 1999).

O principal impacto da piscicultura na qualidade da água é o aumento direto dos sólidos suspensos e dos nutrientes decorrentes da matéria orgânica introduzida no ambiente, por meio da ração não consumida pelos peixes, fezes e subprodutos metabólitos (TOVAR et al., 2000; TACON; FORSTER, 2003; PILLAY, 2004).

Comercialmente há disponíveis alguns tratamentos para o reaproveitamento da água utilizada na piscicultura, dentre eles, a utilização de antioxidantes fortes para o procedimento de desinfecção de água. A característica comum da maioria dos processos oxidativos avançados é o uso de radicais livres reativos, principalmente as hidroxilas, que podem ser geradas por reações envolvendo oxidantes fortes, como ozônio (GONÇALVES, 2012).

Visando amenizar os impactos ambientais, há uma busca constante para alternativas ecológicas que sejam menos prejudiciais ao meio ambiente e nocivas à saúde humana, que produzam menos reagentes oxidantes, menos onerosas e estejam de acordo com as legislações ambientais (ROQUETE PINTO et al, 1992).

A utilização dos alagados artificiais e das macrófitas no tratamento

de efluentes de piscicultura é aplicável com enfoque experimental. Macrófita é a denominação de plantas aquáticas que habitam solos alagados ou solos saturados como as várzeas naturais, lagos e lagoas. São responsáveis pela remoção dos nutrientes tais como o nitrogênio e o fósforo (MATOS et al., 2010). Embora exista uma variedade de macrófitas aquáticas com potencial para uso no tratamento de efluentes, alguns aspectos devem ser considerados, como: adaptabilidade ao clima local, alta taxa fotossintética e alta capacidade de transporte de oxigênio (REDDY e DEBUSK, 1987; VYMAZAL, 1998).

O objetivo deste trabalho foi realizar revisão bibliográfica de caráter exploratório sobre tratamento de efluentes na piscicultura com ênfase nos tratamentos sustentáveis com macrófitas aquáticas flutuantes.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas de caráter descritivo, a partir das bases Scielo (*Scientific Eletronic Library Online*), Google Acadêmico e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

O delineamento foi realizado por meio de documentação obtida pelas revisões bibliográficas e pesquisas na literatura.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 MERCADO DA PRODUÇÃO PESQUEIRA NO BRASIL E NO MUNDO

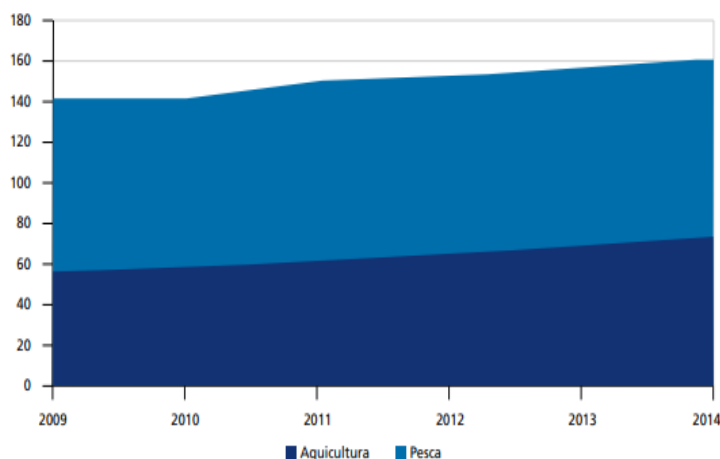
Com o crescimento da população mundial, a preocupação com a segurança alimentar e o interesse pela sustentabilidade ambiental estão entre os principais desafios enfrentados pela indústria pesqueira. Segundo a FAO (2016), para o ano de 2050, estima-se que a população mundial seja de 9 bilhões de pessoas e, para alimentar este crescente número de indivíduos, a produção anual de carnes deverá aumentar em mais de 200 milhões de toneladas, até alcançar os 470 milhões. A produção mundial de pescado atingiu a marca de 167 milhões de toneladas, com 73,8 milhões de toneladas provenientes da aquicultura. Na América do Sul, o Chile registrou uma produção de 1,2 milhão de toneladas (sendo o sétimo maior produtor do mundo), seguido pelo Brasil, com 561 mil toneladas.

A pesca é uma atividade baseada no extrativismo e no uso dos recursos naturais, enquanto a aquicultura é a atividade controlada pelo homem com o objetivo de exploração produtiva econômica e financeira. As estimativas apontam que a aquicultura será o setor produtor de alimentos que mais crescerá no mundo. Essa atividade produtiva é

praticada em vários países, sendo uma importante fonte de renda e de proteína animal, com papel relevante na segurança alimentar (FAO, 2011).

A publicação bianual *The State of World Fisheries and Aquaculture* (FAO, 2016) evidencia o crescimento da aquicultura, que já representa 73,8 milhões de toneladas de pescado no mundo, ou seja, cerca de 44% da produção mundial de pescado (figura 1). A edição de 2018 do *The State of World Fisheries and Aquaculture* evidencia o crescimento da aquicultura, que já representa 179 milhões de toneladas de pescado no mundo.

**Figura 1** – Produção mundial de pescado proveniente da aquicultura e da pesca (2009-



2014) – (em milhões de toneladas)

Fonte: FAO, 2016.

### 3.2 A EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

De acordo com dados da Embrapa (2020), o Brasil está em 13ª posição na produção de peixes em cativeiro e é o 8º, na produção de peixes de água doce. A aquicultura cresceu 8,6% em 22 anos, passando de 32,4 milhões de toneladas para 66,6 milhões de toneladas/ano. Entre o período de 2000 e 2012, na comparação com a carne bovina, o crescimento da produção de pescado em cativeiro foi seis vezes maior. O aumento da produção do pescado foi de 6,7% enquanto a da carne foi de 1,2%. Para ampliar o crescimento da aquicultura, a Secretaria da Aquicultura e Pesca tem buscado a isonomia da tributação nas cadeias produtivas (carnes bovinas, aves e suínos). De acordo com a Secretaria, a ração representa 70% do custo da aquicultura, a isonomia fará com que todos os custos baixem e pode diminuir o valor da venda de varejo do pescado. O consumo total humano de peixe é de 136,2 milhões de toneladas por ano. No Brasil o consumo é de 10,63kg por ano, sendo 66,6 milhões de toneladas vindo da aquicultura e 69,6 milhões de toneladas da atividade pesqueira.

Comparada à atividade agropecuária, a produção de pescados é dividida entre a pesca extrativa (pesca) e a aquicultura. A pesca é a atividade que se baseia na retirada de recursos pesqueiros do ambiente natural, e a aquicultura é o cultivo, normalmente em

um espaço confinado e controlado, de organismos aquáticos, tais como peixes, crustáceos, moluscos, algas, répteis e qualquer outra forma de vida aquática de interesse econômico produtivo (EMBRAPA, 2017).

### **3.2.1 Sistemas de produção em piscicultura**

Piscicultura é a criação de peixes para consumo em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja: ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos, em condições extensivas, semiextensiva e intensiva de açudes, reservatórios, viveiros. Nesse contexto, a piscicultura moderna apoia-se em três pilares fundamentais: a produtiva lucrativa, a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento social (VALENTI et al., 2000).

O reuso direto em piscicultura, principalmente na fase de engorda dos peixes juvenis e adultos, preserva as fontes hídricas, uma vez que, se o produtor utilizar toda ou parte das águas residuais tratada no cultivo, estará poupando uma retirada desse recurso natural, sendo que essa é uma opção de água quase sempre de boa qualidade (FELIZATTO, 2000).

Dos métodos de aquicultura, a mais praticada é de viveiros adubados, o tanque é alimentado com dejetos orgânicos ou esterco de diversos tipos de animais domésticos (vaca, porco, galinha,

etc.) e com adubo químico (NPK) para prover os nutrientes em deficiência nos materiais orgânicos. A alimentação do peixe depende da espécie para seu crescimento e engorda, geralmente são utilizados fitoplâncton, zooplâncton, insetos aquáticos, larvas de insetos, entre outros microrganismos. Para controlar a qualidade da biomassa de algas no tanque é realizada uma leitura da transparência pelo Disco de Secchi, sendo recomendados valores de 20 a 30 cm (FELIZATTO, 2000).

Inicialmente, em um país com grandes recursos hídricos como o Brasil, parece desnecessário a utilização de água de esgoto tratado para produção de peixes. No entanto, além da distribuição desigual da água no território nacional, o uso de esgoto doméstico na piscicultura é uma fonte alternativa de baixo custo e uma forma de recuperação de nutrientes, ajudando a controlar a poluição e a eutrofização das águas (BASTOS et al., 2003).

A utilização de reuso de água em piscicultura deve centralizar a segurança alimentar, obedecer aos princípios da sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, não impor riscos à saúde humana e não provocar impactos ambientais. Adicionalmente, impõe-se o desafio de vencer resistências de natureza cultural (FELIZATTO, 2000).

### **3.2.2 Uso de tanques redes**

A piscicultura em tanques-rede é considerada um método alternativo de aquicultura semi-intensiva e uso racional dos recursos pesqueiros na produção. Desta forma, o tanque de água é organizado no próprio rio e o fluxo natural da água garante uma rápida renovação da mesma, consequentemente aumentando a capacidade de estocagem e diminuindo os custos, quando comparado com a piscicultura convencional. Trata-se de uma atividade que beneficia os pecuaristas, pois foi desenvolvida em áreas alagadas onde não é possível a pecuária e pesca profissional, complementando sua produção, principalmente quando a pesca não é permitida, no período de reprodução.

A criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas teve início na Ásia, no Delta do Rio Mekong há mais de 40 anos. Atualmente, o Chile é um grande exportador de salmões criados nesse tipo de sistema. O Brasil apresenta um grande potencial para a criação de peixes em tanques-rede, devido aos seus quase seis milhões de hectares de águas represadas nos açudes e grandes reservatórios construídos, principalmente, com a finalidade de geração de energia hidroelétrica (ONO, 1998).

A qualidade de água é essencial para a criação de peixes, em sistemas de confinamento, os peixes não têm condições de buscar locais com melhor qualidade de água, que é gravemente

afetada pela densidade aumentada da população. A criação de peixes em tanques-rede apresenta vantagens em relação ao confinamento, proporciona uma engorda mais rápida por causa da menor atividade física dos peixes e a possibilidade de ser aplicada em diversos tipos de ambientes aquáticos (inclusive rios), diminuindo o impacto ecológico e as dificuldades na construção e manejo de reservatórios (BARBOSA e DOMINGOS, 2000).

Foi realizado um estudo de qualidade da água na piscicultura Geneseas Aquicultura, que produz tilápias em tanques rede, na área do braço do rio Ponte Pensa, localizado no parque aquícola do reservatório de Ilha Solteira em Santa Fé do Sul-SP. Foram analisadas a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), amônia total, nitrato, fosfato inorgânico dissolvido (FID) e sólidos totais dissolvidos (TSD), segundo as metodologias descritas em APHA (1998).

Valores de oxigênio dissolvido ligeiramente inferiores foram observados na estação localizada no centro da área de criação e se devem, provavelmente, ao maior consumo desse gás pelos peixes; também estão relacionados aos meses de temperaturas elevadas na água (acima de 28°C), que contribuem para uma menor dissolução desse gás (ARANA, 1997). Já no inverno, foram observados maiores valores do oxigênio dissolvido,

transparência e pH. Esses resultados podem ser explicados pela menor temperatura da água, favorecendo a dissolução do oxigênio e a redução da atividade metabólica no sistema aquático, que libera menos quantidade de gás carbônico, diminuindo a acidificação da água (CARMOUZE, 1994). Também, durante o inverno, devido à menor quantidade de chuva, ocorre uma diminuição do transporte de material alóctone via escoamento, tornando a água mais transparente. A redução da transparência, em alguns meses, não foi associada ao crescimento do fitoplâncton, uma vez que as concentrações de clorofila permaneceram baixas (MALLASEN, 2018).

### **3.2.3 Uso de Macrófitas aquáticas Flutuantes na piscicultura**

Macrófitas aquáticas são vegetais visíveis a olho nu com partes fotossinteticamente ativas, permanente, total ou parcialmente submersa em água (IRGANG e GASTAL JR, 1996). Entre suas principais características destacam-se: acumular biomassa; acelerar a ciclagem de nutrientes; influenciar a química da água doce; atuar como substrato para algas; e sustentar a cadeia de detritos e de herbivoria. São importantes componentes estruturais e do metabolismo dos ecossistemas aquáticos tropicais sul-americanos, como o Brasil,

apresentando crescimento durante todo ano, pois há regime térmico e luminoso favorável. No entanto, apresenta como desvantagens, seu intenso crescimento, tornando-se potencialmente prejudiciais aos usos múltiplos de reservatório, para a geração de energia e água para abastecimento público (POMPÊO, 2008).

Alguns dos efeitos negativos causados pela eutrofização foram resumidos por Azevedo Neto (1988): o desenvolvimento excessivo e prejudicial de algas; proliferação de macrófitas aquáticas; alterações na microbiota, com substituição de espécies de peixes e outros organismos; decomposição orgânica, consumo e perda de oxigênio dissolvido e anoxia; degradação da qualidade da água e prejuízos consideráveis para o uso da água em abastecimento, irrigação e para aproveitamentos hidrelétricos. Para minimizar os impactos causados pelos efluentes da piscicultura é importante formular dietas com maior capacidade digestiva e manejo correto das criações (TACON et al., 1995). Deve-se proceder ao tratamento dos efluentes buscando atender as exigências das legislações, as pressões dos órgãos ambientais e da própria sociedade (HENRY e SILVA, 2001). Entre os procedimentos de controle aplicados, o método mais simples é semelhante a remoção manual de ervas daninhas no jardim. Outro procedimento implica no corte das macrófitas

enraizadas, mas sem remoção de suas raízes. (POMPÊO, 2008).

Henry e Silva (2001), avaliando a eficiência de três macrófitas flutuantes, *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *S. molesta*, constatou que *E. crassipes* e *P. stratiotes*, atingiram grande eficiência, pois o efluente tratado com essas macrófitas apresentou teores de nitrogênio e fósforo menores do que os teores desses nutrientes na água de abastecimento dos viveiros, constatando a possibilidade de reutilizar o efluente tratado na própria piscicultura.

Após o tratamento do efluente com macrófitas aquáticas, houve queda nas concentrações dos nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio que são os principais limitantes ou controladores da produtividade primária e por isso devem ser removidos ou ter suas cargas reduzidas (AZEVEDO NETO, 1988).

O uso de macrófitas aquáticas como agente adsorvente justifica-se por sua intensa absorção de nutrientes, rápido crescimento, por oferecer facilidades na retirada e pelas possibilidades de aproveitamento da biomassa das plantas (ROMITELLI, 1983, GRANATO, 1995).

Algumas das formas de aproveitamento da biomassa das macrófitas são destacadas: uso de fabricação de fertilizantes, ração animal, geração de energia (biogás ou queima direta), fabricação de papel, extração de

proteínas para uso em rações, extração de substâncias quimicamente ativas de suas raízes para uso como estimulante de crescimento de plantas entre outros (BRANCO e BERNARDES, 1983; BRANCO et al., 1985).

### 3.3 SANEAMENTO BÁSICO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES

De acordo com o Ministério da Saúde (2018), a rede de esgoto atende cerca de 53% da população, ou seja, 47% dos brasileiros não possuem saneamento básico. O crescimento populacional desordenado e a ocupação urbana têm resultado em graves crises de abastecimento de água. Só a Região Metropolitana de São Paulo que apresenta disponibilidade de água de 200 metros cúbicos por habitante por ano.

A demanda por água potável e os conflitos gerados pelos usos múltiplos da água, especialmente na região Sudeste do Brasil, vem pressionando a tomada de decisões que envolvem o tratamento de água, esgoto e resíduos, assim como o aproveitamento dos efluentes tratados. No Brasil, o saneamento básico é definido pela lei nº 11.445/2007, sendo um direito assegurado pela Constituição a partir de investimentos públicos na área. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS):

“Saneamento é o controle de todos os fatores ambientais que podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar,



físico, mental e social dos indivíduos”.

O propósito de tratar os esgotos visa reduzir o teor de impurezas formando produtos e subprodutos finais que possam ser reutilizados ou devolvidos ao meio ambiente. Os projetos de reuso das águas residuais pode também minimizar o estresse ambiental.

### **3.3.1 Consequências e impactos na qualidade da água**

A água é o principal componente dos ecossistemas aquáticos e cada característica da água é denominada de parâmetro de qualidade da água. Estes parâmetros são muito importantes no cultivo de peixes, porém apenas aqueles que causam estresse aos peixes, ou limitam a sua produção, preocupam os criadores (SCHMITTOU, 1993; KUBITZA, 1998). As mudanças na qualidade da água relacionadas à produção em tanques-rede incluem o aumento de nutrientes, turbidez e matéria orgânica no sedimento, diminuição da diversidade e biomassa de organismos bentônicos, redução de transparência, de concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, quedas no pH, e, dificilmente, mudança na temperatura da água (CORNEL; WHORISKEY, 1993).

Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de

resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais. A digestibilidade da matéria seca das rações varia em torno de 70 a 75%. Isto significa que 25 a 30% do alimento fornecido entram no sistema aquiculturas como material fecal (KUBITZA, 1998). Além dos efeitos sobre os sistemas de produção, o impacto ambiental é também uma preocupação, uma vez que estes sistemas podem deteriorar a qualidade das águas naturais (BACCARIN e CAMARGO, 2005).

Alterações na qualidade da água causadas pelo crescimento excessivo de cianobactérias podem atrapalhar o gerenciamento das águas interiores (abastecimento de água, recreação e pesca), afetando a economia e a saúde pública. Esses microrganismos produzem toxinas e compostos causadores de odor e sabor peculiar na água. Nos peixes, os compostos odoríferos podem causar o cheiro de argila, que desvaloriza comercialmente a produção (BOYD, 2003).

O constante monitoramento da qualidade da água é necessário para que haja uma garantia da qualidade do produto bem como da sustentabilidade dos sistemas intensivos de produção de peixes (MARENGONI, 2006). Carneiro e Carvalho (2009) evidenciaram a influência

da atividade aquícola na concentração de nutrientes na água de cultivo, que ultrapassaram os valores determinados na legislação em alguns períodos do ano (CARNEIRO e CARVALHO, 2009).

### 3.4 TÉCNICAS DE TRATAMENTO

Os criadores de pescado estão procurando maneiras de reduzir o volume e melhorar a qualidade das águas residuais. De acordo com a pesquisa de Boyd e Schmittou (1999), a sustentabilidade da piscicultura tem sido aplicada a todos os sistemas de criação. Por exemplo, o armazenamento de água da chuva ou a reutilização de águas residuais devem ser usados para estimular a conservação da água em fazendas de peixes e lagoas (BOYD e SCHIMITTOU, 1999).

A otimização de um sistema integrado de fertilização balanceada entre a produção de peixes e o cultivo do arroz também pode melhorar a qualidade da água e beneficiar os respectivos sistemas (ALAM e HOCH, 1999). O tanque de sedimentação é uma alternativa, pois pode remover sólidos, materiais flutuantes e parte da matéria orgânica, tratando efluentes de grandes e pequenas criações. Suresh e Zendejas (2000) estudaram as atividades pesqueiras no Alto do Tiete (SP) e observaram que, devido à degradação dos corpos d'água circundantes, uma

boa alternativa para minimizar os impactos negativos gerados pelo lançamento dos efluentes *in natura*, seria a instalação, em cada pesqueiro, de tanques de decantação para o tratamento da água efluente dos lagos.

De forma a minimizar o impacto negativo desta atividade, várias pesquisas têm sido realizadas utilizando macrófitas aquáticas. Por exemplo, a utilização dessas plantas aquáticas para construção de filtros biológicos que possam reter e filtrar partículas, sedimentos, nutrientes e metais pesados. (PEDRALLI e TEIXEIRA, 2003).

Os efluentes da indústria pesqueira podem conter até 50% de proteína, o que ajuda a aumentar o conteúdo sólido total e a demanda química de oxigênio, tornando-se um poluente potencial de difícil tratamento. (SOUZA, 2010). Atualmente, para reduzir a carga poluente nas águas residuais, com o auxílio de polímeros, utiliza-se o método de sedimentação e coagulação-floculação com ar dissolvido (CRISTÓVÃO et al., 2014). Coagulação e floculação são dois tratamentos amplamente utilizados no tratamento de água potável. Esses processos podem reduzir ou eliminar as forças repulsivas, separando e dispersando as partículas umas das outras, resultando em agrupamento em agregados maiores

(flocos), o que facilita a remoção. (PÁDUA, 2006).

Foi realizado um estudo de qualidade da água na piscicultura Geneseas Aquicultura, que produz tilápias em tanques rede, na área do braço do rio Ponte Pensa, localizado no parque aquícola do reservatório de Ilha Solteira em Santa Fé do Sul-SP. Foram analisadas a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), amônia total, nitrato, fosfato inorgânico dissolvido (FID) e sólidos totais dissolvidos (TSD), segundo as metodologias descritas em APHA (1998).

Valores de oxigênio dissolvido ligeiramente inferiores foram observados na estação localizada no centro da área de criação e se devem, provavelmente, ao maior consumo desse gás pelos peixes; também estão relacionados aos meses de temperaturas elevadas na água (acima de 28°C), que contribuem para uma menor dissolução desse gás (ARANA, 1997). Já no inverno, foram observados maiores valores do oxigênio dissolvido, transparência e pH. Esses resultados podem ser explicados pela menor temperatura da água, favorecendo a dissolução do oxigênio e a redução da atividade metabólica no sistema aquático, que libera menos quantidade de gás carbônico, diminuindo a acidificação da água (CARMOUZE, 1994). Também, durante o inverno, devido à menor quantidade de chuva, ocorre uma

diminuição do transporte de material alóctone via escoamento, tornando a água mais transparente. A redução da transparência, em alguns meses, não foi associada ao crescimento do fitoplâncton, uma vez que as concentrações de clorofila permaneceram baixas (MALLASEN, 2018).

O método de filtração é realizado por retenção de partículas através de membranas orgânicas e inorgânicas. (KUCA e SZANIAWSKA, 2009). São basicamente divididos em dois tipos: ultrafiltração e microfiltração. Ambos utilizam membranas que separam misturas por diferença entre os tamanhos das partículas e o tamanho do poro membranal (VAN DEN BERG, 1988). Porém, o espaço para essa tecnologia tem se perdido, principalmente devido aos transtornos causados pela geração de grandes quantidades de lodo, gerando custos adicionais para o descarte adequado (KUCA; SZANIAWSKA, 2009).

De acordo com a pesquisa de Afonso e Borquez (2002), a tecnologia de filtração de efluentes pode reduzir parâmetros de sólidos, óleos e graxas e DQO (demanda química de oxigênio) de efluente de indústria. Substâncias alvo, como proteínas biologicamente ativas, pode ser recuperadas de águas residuais. Amado (2013) utilizou tecnologia de ultrafiltração para recuperar proteínas de águas residuais

de processamento de lulas (*Illex argentinus*) e descobriram substâncias com atividades antioxidante e anti-hipertensiva.

Além das técnicas supramencionadas, outra resposta satisfatória pode ser obtida pela adoção de medidas de gestão adequadas e compreensão da dinâmica dos sistemas de piscicultura, por meio de perspectivas abrangentes sobre a gestão ambiental e ecológica (UNEP-IECT, 2001; MERCANTE, et al., 2006).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de técnicas utilizadas na piscicultura no Brasil como, filtração, sedimentação em tanques redes, coagulação, floculação e uso de macrófitas aquáticas mostraram que a qualidade da água está diretamente relacionada com a importância do saneamento básico. Em geral, piscicultura não gera muitos poluentes aquáticos danosos à saúde humana e ambiental. Entretanto é importante destacar a relação de saúde única na produção de alimentos, pois o impacto social gerado na criação de peixes é negativo, os consumidores associam a práticas primitivas, sem inspeção sanitária e higiênica, o que pode afetar negativamente o consumo de peixes.

O estudo de técnicas sustentáveis, como a utilização de

macrófitas aquáticas em tanques de sedimentação, por exemplo, gera impactos positivos na sociedade e no meio ambiente, garantindo ao consumidor a segurança de aquisição de produto seguro para si e para o meio ambiente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, M. D.; BORQUEZ, Rodrigo. Revisão do tratamento de águas residuais de processamento de frutos do mar e recuperação de proteínas por meio de processos de separação por membrana - perspectivas da ultrafiltração de águas residuais da indústria de farinha de peixe. **Dessalinização**, v. 142, n. 1, pág. 29-45, 2002.

ALAM, R. e HOCH, HV 1999 **Melhor gestão da água dos campos de arroz aumentará o número de peixes selvagens**. *Aquaculture Asia*, Tailândia, 4: 37-39.

ARANA, V. L. 1997. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. In: UFSC, E. d. (ed.). Floriamópolis.

AZEVEDO NETO, J. M. 1988. Novos conceitos sobre a eutrofização. **Revista DAE**, 48, 22-28.

BACCARIN, A.E.; CAMARGO, A.F.M. Characterization and evaluation of the impact of feed management on the effluents of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Culture Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.48, n.1, p.81-90, 2005.

BARBOSA, DOMINGOS S. et al. **Avaliação da qualidade da água na piscicultura em tanques-rede, Pantanal, MS**. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL,

Corumbá, MS. Anais. Corumbá, 14p, 2000.

BOYD, C.E. e SCHIMITTOU, H.R. 1999 Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. **Aquaculture Economics e Management**, Philadelphia, 3(1): 59-69.

BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, v.226, p.101-112, 2003.

BOZANO, G.L.N. **Viabilidade Técnica da Criação de peixes em tanques-redes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. Anais... Goiânia: Abraq. 2002. p.107-111. KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da Aquicultura**, v.13, n.76, p. 25-35, 2003.

BRANCO, S.M., BERNARDES, R.S 1983. Culturas hidropônicas como forma de remoção e reciclagem de nutrientes minerais dos efluentes de sistemas de tratamento de esgotos. **Revista. DAE**, v. 134, p.113 - 115.

CARMOUZE, J. **O Metabolismo dos Ecosistemas Aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Edgard Blücher/FAPESP. (1994).

CARNEIRO, G.H.A; CARVALHO, S.L. **Avaliação dos teores de nitrogênio e fósforo na água em piscicultura com cultivo em tanques-rede, no rio São José dos Dourados em Ilha Solteira-SP**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9.,2009, São Lourenço, Anais... São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p.1-3.

CORNEL, G.E.; WHORISKEY, F.G.. **The effects of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage**, **Aquaculture**, n.109, p.101-107, 1993.

EDZWALD, J.K. (1993) **Coagulation in drinking water treatment: particles, organics and coagulants**, **Water**.

**Science & Technology**, 27 (11), 21-35.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Agência de informação Embrapa: **O protagonismo do brasil na produção mundial de pescado**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53738345/artigo---o-protagonismo-do-brasil-na-producao-mundial-de-pescado#:~:text=O%20Brasil%20ocupa%20apenas%20a,do%20que%20pela%200pesca%20extrativista>> Acessado em: 20 de outubro de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Agência de informação Embrapa: **Pesca e aquicultura**, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>> . Acessado em: 16 junho de 2021.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Global aquaculture production statistics 2009**. Rome: FAO, 2011. 256 p.

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - **Meeting the sustainable development goals**. Rome. Disponível em: <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/19540EN/>> Acessado em: 07 de abril de 2021.

FELIZATTO, M. R (2000). **Reúso de Água em Piscicultura no Distrito Federal: Potencial para pós-tratamento de águas residuárias associada à produção de pescado**. Distrito Federal, 2000.

GONÇALVES, I.C. **Desenvolvimento de eletrodos difusores de fluido para aplicações direcionados ao tratamento de água**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.

GRANATO, M. 1995. **Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos**. Rio de Janeiro: CETEM/CNP, Série Tecnologia Ambiental, n.5 p. 1-39.

HENRY e SILVA, G. G. 2001. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes e Salvinia molesta) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal.** Animal Science. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v.8, n.46, p.35-41,1998.

KUCA, Mateusz; SZANIAWSKA, Daniela. **Aplicação de microfiltração e membranas cerâmicas para tratamento de efluentes aquosos salgados do processamento de pescado.** Dessalinização, v. 241, n. 1-3, pág. 227-235, 2009.

MALLASEN, Margarete et al. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do instituto de pesca**, v. 38, n. 1, p. 15-30, 2018.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Arquivos de Zootecnia**, v.55, n.210, p.127- 138, 2006.

ONO, E. A. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** Rio de Janeiro: Fundação Biblioteca Nacional, 1998. 41p.

ORGANIZAÇÃO PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO. **Tornar a agricultura, a silvicultura e as pescas mais produtivas e sustentáveis**, 2016. Disponível em: <<https://www.fao.org/portugal/acerca-de/pt/>> Acessado em: 20 de março de 2021.

PÁDUA, H.B. Impacto ambiental: um impactona aquícultura. **Revista Brasileira de Agropecuária**, 1(12): 1-66. 2001.

PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M. C. B. **Macrófitas aquáticas como agentes**

**filtradores de materiais particulados, sedimentos e nutrientes.** Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: Rima, p. 177-194, 2003.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment.** Oxford: Blackwell Publishing, 2004.

POMPEO, M.L.M. 2008. **As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e pospostas de monitoramento.** In: Pompêo Perspectivas de limnologia no Brasil, 191p.

REDDY, KR, & DEBUSK, WF (1985). **Potencial de remoção de nutrientes de macrófitas aquáticas selecionadas.** Journal of Environmental Quality , 14 , 459–462.

ROMITELLI, M.S. 1983. Remoção de Fosforo em efluentes secundários com emprego de macrófitas aquáticas do gênero Eichhornia. **Revista DAE**, 133: 66-68.

ROQUETE PINTO, CL. et al. **Utilização de planta aquática Jacinto d'Água para remoção e recuperação de mercúrio de efluentes industriais**, p. 290-303.. SIBESA – Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (1992, Rio de Janeiro – RJ).

SCHIMITTOU, H.R. **High density fish culture in low volume cages.** Singapore: Akiyama, D.M., American Soybean Association, 1993. 78p

SOUZA, Milena Alves de. **Eficiência do processo de ultrafiltração seguido de biodigestão anaeróbia no tratamento de efluente de frigorífico de tilápia.** 2010.

SPINELLI, Viviane Aparecida et al. **Quitosana, polieletrólito natural para o tratamento de água potável.** 2001.

TACON, A.G.J.; FOSTER, I.P. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, v.226, p.181-189, 2003.

TOVAR, A.; MORENO, C.; MÁNUEL-VEZ, M. P.; GARCÍA-VARGAS, M.

Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. **Water Resource**, v.34, n.1, p.334-342, 2000.

VALENTI, W. C.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq; Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399 p.

VAN DEN BERG, Maria Elisabeth; SILVA, Milton Hélio Lima da. Contribuição ao conhecimento da flora medicinal de Roraima. **Acta amazônica**, v. 18, p. 23-35, 1988.