

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA AQUICULTURA COM ÊNFASE EM CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E OXIGÊNIO DISSOLVIDO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tamires Batista de Souza Correia

Leonardo Santos Andrade

Resumo: Este trabalho descreve uma pesquisa bibliográfica que reúne informações sobre dois indicadores medidos com sondas multiparâmetros: condutividade elétrica (CE) e oxigênio dissolvido (OD). A CE indica a capacidade da água de conduzir eletricidade e está relacionada à concentração de íons/sais dissolvidos e, em determinados contextos, à salinidade, oferecendo leitura rápida sobre a presença de sólidos dissolvidos e possíveis influências antrópicas nos viveiros. Já o OD, medido por sensores eletroquímicos ou ópticos, reflete o equilíbrio entre fotossíntese, respiração e troca de oxigênio com a atmosfera. Variações nesse indicador permitem antecipar riscos como estresse respiratório e hipóxia, frequentemente associados ao aumento de matéria orgânica e nutrientes no sistema. A seleção de CE e OD se justifica pela sensibilidade a mudanças ambientais, baixo custo operacional, rapidez de resposta e praticidade no monitoramento da aquicultura. Nesse sentido, esta revisão aborda implicações para o manejo, apresentando faixas de referência reportadas na literatura, reconhecendo limitações dos indicadores e recomendando medidas preventivas como aeração, renovação da água e controle de cargas orgânicas e nutrientes.

Palavras-chave: Qualidade da água; Aquicultura; Condutividade elétrica; Oxigênio dissolvido; Eutrofização.

INTRODUÇÃO

Acompanhando a tendência mundial, o Brasil tem se consolidado como importante produtor aquícola. De acordo com o relatório *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*, da FAO, o país figura entre os principais produtores de peixes cultivados em águas interiores. Dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que a produção nacional de peixes de cultivo passou de cerca de 551,9 mil toneladas em 2020 para 617,3 mil toneladas em 2022, alcançando aproximadamente 655 mil toneladas em 2023 e 724,9 mil toneladas em 2024, o que representa um crescimento em torno de 30% em apenas quatro anos (IBGE, 2025). Nesse contexto, o Brasil ocupa posição de destaque, sendo citado entre os maiores

produtores de peixes de água doce do mundo e oitavo colocado na aquicultura continental de peixes.

Por outro lado, à medida que a aquicultura se expande e se intensifica, ela acaba exercendo uma pressão maior sobre os ecossistemas aquáticos, especialmente em relação à qualidade da água. O descarte de efluentes carregados de matéria orgânica e nutrientes, a quantidade elevada de ração não consumida, as fezes dos organismos e o acúmulo de sedimentos nos viveiros podem causar mudanças profundas nas características físicas, químicas e biológicas da água (MEDEIROS et al., 2022). Essas alterações, quando não manejadas adequadamente, podem resultar em processos de eutrofização, variações extremas de oxigênio dissolvido (OD), mortalidade de organismos cultivados e impactos negativos sobre corpos d'água receptores. Assim, a sustentabilidade da aquicultura depende diretamente de um manejo criterioso da qualidade da água, tanto dentro dos sistemas de cultivo quanto na interface com o ambiente natural (TAVARES-DIAS & MARIANO, 2015).

Nos sistemas aquícolas, especialmente em viveiros escavados e tanques-rede, o desequilíbrio da qualidade da água se manifesta em uma série de problemas típicos de manejo. O aporte contínuo de matéria orgânica e nutrientes favorece o desenvolvimento excessivo de fitoplâncton e macrófitas aquáticas, criando condições propícias à eutrofização (QUEIROZ & SILVEIRA, 2006; ESTEVES, 2011). Nesses cenários, é comum a ocorrência de hipóxia noturna, uma vez que, durante a noite, cessa a fotossíntese e predomina a respiração de peixes, algas e microrganismos, o que pode levar a variações extremas nas concentrações de oxigênio dissolvido e, em situações mais críticas, a episódios de anoxia nas primeiras horas da manhã (ESTEVES, 2011). Esses eventos estão associados a mortalidades súbitas, redução do crescimento, aumento da suscetibilidade a doenças e intensificação dos impactos sobre os corpos d'água receptores quando a água dos viveiros é descartada sem tratamento adequado.

Em algumas regiões produtoras, somam-se ainda problemas relacionados à salinização ou à alteração iônica da água de cultivo, seja pelo uso de águas subterrâneas com maior teor salino, seja pelo acúmulo de sais e fertilizantes em sistemas com baixa renovação hídrica (EMBRAPA, 2019; SENAR, 2019). A elevação da carga iônica pode comprometer o desempenho das espécies cultivadas, alterar a disponibilidade de nutrientes e limitar o uso dos efluentes para outros fins,

como irrigação ou lançamento em cursos d'água adjacentes. Esses aspectos reforçam que a manutenção da qualidade da água é um dos principais desafios para a sustentabilidade da aquicultura intensiva e semi-intensiva.

Nesse contexto, o conceito de qualidade da água em aquicultura difere daquele usualmente adotado para água potável, enquanto a água destinada ao consumo humano é avaliada principalmente com base em padrões de potabilidade, voltados à proteção da saúde humana, a qualidade da água em sistemas aquícolas está focada no desempenho biológico, no bem-estar e na sobrevivência dos organismos cultivados (ROCHA & PAULINO, 2007). Isso significa que parâmetros como OD, temperatura, pH, concentração de amônia não ionizada, alcalinidade, dureza, transparência e carga orgânica passam a ser avaliados em função de sua influência sobre o crescimento, a conversão alimentar, a resistência a doenças e a mortalidade dos peixes e outros organismos cultivados. Em muitos casos, uma água inadequada para consumo humano pode, sob determinados aspectos, ainda ser utilizada na produção aquícola, desde que atenda às exigências fisiológicas das espécies cultivadas e não comprometa o ambiente receptor (Brasil, 2021).

Entre os diversos parâmetros utilizados para caracterizar a qualidade da água na aquicultura, destacam-se aqueles que respondem rapidamente às mudanças ambientais e ao manejo, permitindo diagnósticos precoces de situações de risco. De acordo com Queiroz et al. (2021) e Santos & Marques (2022), temperatura, pH, OD, condutividade elétrica (CE), turbidez, sólidos dissolvidos totais (SDT) e compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) estão entre as variáveis físico-químicas monitoradas rotineiramente em sistemas de piscicultura em viveiros e tanques-rede. A CE e o OD assumem papel central na avaliação da qualidade da água em piscicultura. A CE reflete a presença de íons dissolvidos e está associada à salinidade e à carga de sais e nutrientes, enquanto o OD expressa o equilíbrio entre fotossíntese, respiração e reaeração, sendo um dos parâmetros mais sensíveis ao estresse em ambientes de cultivo. Estudos recentes e documentos técnicos voltados à piscicultura brasileira destacam que CE e OD, medidos por sondas multiparâmetros, constituem indicadores simples, de baixo custo e úteis como “sinais de alerta” para deterioração da qualidade da água e risco de mortalidade em sistemas intensivos (QUEIROZ et al., 2021; SANTOS & MARQUES, 2022).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo geral analisar, por meio de revisão bibliográfica, o uso da CE e do OD como indicadores de qualidade

da água em ecossistemas aquáticos voltados à aquicultura. Especificamente, busca-se descrever os princípios físico-químicos e biológicos relacionados a esses parâmetros em sistemas de cultivo; consolidar faixas de referência e recomendações de manejo baseadas em CE e OD, destacando medidas preventivas como aeração, renovação da água e controle de cargas orgânicas e nutrientes; e analisar as limitações desses indicadores, bem como seu potencial como ferramentas simples, econômicas e eficazes para reduzir riscos à fauna cultivada e apoiar a tomada de decisão em aquicultura.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Aquicultura e qualidade da água em sistemas de cultivo

A aquicultura tem ganhado destaque entre as atividades de produção de proteína animal, sendo apontada como uma prática com potencial para gerar emprego, renda e contribuir para a segurança alimentar (SIQUEIRA, 2017). Em âmbito global, dados da FAO indicam que, em 2018, a produção aquícola já respondia por aproximadamente metade do pescado consumido no mundo, ultrapassando a pesca extrativa em volume destinado ao consumo humano (CYRINO *et al.*, 2019).

A atividade é geralmente definida como o cultivo de organismos cujo ciclo de vida está associado ao meio aquático, mantidos em ambientes controlados, como viveiros, tanques-rede e sistemas confinados (SCHULTER & FILHO, 2017; SÁTIRO *et al.*, 2018). Quando os organismos cultivados são peixes, utiliza-se o termo piscicultura (SIQUEIRA, 2018). Além de seu papel na oferta de alimento, a piscicultura é frequentemente associada à disseminação de tecnologias de cultivo, à redução da pressão sobre estoques pesqueiros naturais e à ampliação do acesso a alimentos de alto valor nutricional (LOPES, 2012; JESUS *et al.*, 2021).

A piscicultura pode ser conduzida em diferentes sistemas de produção, classificados, de forma geral, como extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo (NAKAUTH *et al.*, 2015). No contexto brasileiro, o sistema semi-intensivo em viveiros escavados é descrito como um dos mais utilizados, em função da crescente demanda de mercado e do aumento da infraestrutura de produção (SILVA, 2019). Esses sistemas permitem trabalhar com densidades de estocagem superiores aos naturais, combinando a oferta de ração com o aproveitamento de

alimento natural e proporcionando maior controle da reprodução, da predação e da produtividade (FEITOZA, 2009; OLIVEIRA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A expansão da piscicultura no país está relacionada a um conjunto de condições naturais favoráveis, como ampla disponibilidade de águas continentais, presença de grandes reservatórios, clima predominantemente tropical e áreas adequadas à construção de viveiros e açudes (BRANDÃO, 2018). Por outro lado, a intensificação da atividade aumenta a demanda por água de boa qualidade e eleva a pressão sobre os ecossistemas aquáticos utilizados, tornando o monitoramento de parâmetros de qualidade da água um aspecto central para a sustentabilidade da produção.

2. Condutividade elétrica (CE): conceitos e aplicação no monitoramento

A CE, mais especificamente a condutividade específica, é a capacidade da água de conduzir corrente elétrica e depende, principalmente, da quantidade e da mobilidade dos íons dissolvidos. Em termos simples: quanto mais íons na água, maior a CE; já águas muito puras apresentam valores baixos por terem pouca carga iônica (ESTEVES, 2011).

No dia a dia do cultivo, a CE funciona como uma leitura rápida e indireta da “carga de solutos” da água. Ela não mostra quais íons estão presentes, mas ajuda a perceber tendências: por exemplo, quando a água está concentrando sais/solutos por baixa renovação, por características da fonte de abastecimento ou pelo acúmulo gradual ao longo do ciclo de produção. (LIMA *et al.*, 2011; CORRÊA, 2018).

Estudos em diferentes sistemas mostram essa sensibilidade. Em viveiros semi-intensivos de tambaqui, observaram-se valores de CE entre aproximadamente $66 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $155 \mu\text{S cm}^{-1}$, variando conforme a água de abastecimento e as mudanças acumuladas durante o cultivo. Em pisciculturas tradicionais na Amazônia, a CE tende a aumentar na estiagem, período em que costuma haver menor renovação hídrica e maior concentração de solutos. Já em tanques-rede, mesmo quando a CE permanece em faixas adequadas, ela pode responder às condições hidrológicas e ao manejo, refletindo alterações na composição iônica do ambiente. (HURTADO *et al.*, 2018; ALMEIDA SOBRINHO *et al.*, 2022).

Assim, a CE é um indicador simples e responsivo para acompanhar tendências de variação na carga iônica e possíveis alterações na qualidade da água, especialmente quando interpretada junto com outros parâmetros (pH, alcalinidade e

temperatura), que ajudam a dar sentido ao que está acontecendo no sistema. (AMARAL et al., 2020; CORRÊA, 2018).

3. Oxigênio dissolvido (OD): dinâmica e implicações produtivas

O (OD constitui um elemento essencial para a manutenção da vida de diferentes organismos aquáticos. Sua disponibilidade pode representar um fator limitante na produtividade de sistemas de cultivo de peixes, sendo recomendado que os níveis permaneçam superiores a $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ (KUBITZA, 2003). Valores inferiores a esse limiar frequentemente ocasionam estresse nos peixes, resultando em diminuição do consumo alimentar e redução da resistência a doenças (MASSER et al., 1999).

Para espécies de ambientes de águas frias, Moro et al. (2013) indicam que a concentração deve permanecer acima de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto para espécies de águas quentes ou tropicais recomenda-se acima de $3,0 \text{ mg L}^{-1}$. Níveis de OD abaixo de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ tendem a ser letais para a maioria das espécies quando mantidos por períodos prolongados.

As principais fontes de oxigênio na água advêm da atmosfera, por meio da reaeração mecânica provocada por vento, correntes e movimentação da lâmina d'água. Além disso, a fotossíntese realizada por organismos clorofilados contribui significativamente para a oxigenação; como a luz é fundamental para esse processo, a produção de oxigênio ocorre durante o dia e até o limite em que a radiação luminosa consegue penetrar na coluna d'água (GURGEL & VINATEA, 1988).

Essa variação diária do OD é observada em dados de campo. Em canais de abastecimento associados ao cultivo de tambaqui, por exemplo, foram registrados valores menores no período da manhã e maiores no período da tarde, evidenciando um padrão diurno compatível com ambientes produtivos (SILVA et al., 2013). Na prática, isso reforça que medições pontuais, feitas sempre no mesmo horário, podem levar a interpretações equivocadas; por esse motivo, medições ao amanhecer e no final da tarde tendem a ser mais informativas para reconhecer horários críticos e orientar medidas de manejo, como ajuste do arrazoamento e uso de aeração (SILVA et al., 2013).

Em tanques-rede, além do manejo, fatores do corpo hídrico onde o sistema está inserido como estratificação térmica, vento e oscilações do nível d'água podem influenciar a distribuição e a disponibilidade de oxigênio no local (ALMEIDA

SOBRINHO *et al.*, 2022). Assim, o OD não deve ser interpretado como um valor constante, mas como um indicador que pode variar rapidamente conforme clima, horário e condições do sistema.

Em sistemas mais intensivos, como os de recirculação, o controle do OD tende a ser ainda mais crítico; por isso, estratégias de monitoramento contínuo e resposta automática vêm sendo testadas. Em um sistema de recirculação para tilápia, foi implantado um arranjo de automação para monitoramento/acionamento da oxigenação, mantendo o OD dentro de uma faixa programada ($4,0 \text{ mg L}^{-1} < \text{OD} < 8,5 \text{ mg L}^{-1}$) durante o período experimental, ilustrando como limites operacionais podem ser definidos e acompanhados de forma prática (BRITO JUNIOR, 2023).

4. Eutrofização e manejo preventivo: relação com CE e OD

A eutrofização é um processo limnológico associado ao aumento excessivo da produtividade biológica em ambientes aquáticos, geralmente provocado pelo enriquecimento por nutrientes, especialmente nitrogênio (N) e fósforo (P). Esse enriquecimento favorece o crescimento acelerado de algas e plantas aquáticas e pode alterar o equilíbrio do ecossistema, reduzindo a transparência da água e ampliando o acúmulo de matéria orgânica, sobretudo quando intensificado por ações humanas (ESTEVES, 2011).

Na piscicultura, esse processo está fortemente relacionado ao manejo do sistema, uma vez que sobras de ração, excretas e aumento de biomassa no viveiro elevam a carga orgânica e favorecem condições de instabilidade. Com maior acúmulo de matéria orgânica, a decomposição e a respiração aumentam o consumo de oxigênio, o que pode comprometer a qualidade da água e o desempenho produtivo (CORREIA, 2018).

Nesse contexto, o OD se destaca como um dos indicadores mais sensíveis para reconhecer risco de eutrofização, pois responde rapidamente ao balanço entre processos de produção (fotossíntese e reaeração) e consumo (respiração e decomposição). Em viveiros produtivos, é comum observar OD mais alto no fim da tarde e valores mínimos ao amanhecer, padrão que se torna mais arriscado quando há excesso de biomassa e matéria orgânica, aumentando a chance de episódios de hipóxia nas primeiras horas do dia. (HURTADO *et al.*, 2018; SOARES, 2020).

A CE atua como um indicador complementar, pois representa uma leitura integrada da carga iônica e dos solutos dissolvidos na água. Embora não diagnostique eutrofização isoladamente, aumentos graduais de CE podem acompanhar fases de menor renovação hídrica e maior acúmulo de solutos, contribuindo para a interpretação de tendências do sistema quando avaliada junto com OD e outros parâmetros (AMARAL *et al.*, 2020). Assim, uma elevação de CE associada à grande oscilação diária do OD pode sinalizar um ambiente mais “carregado” e propenso a desequilíbrios relacionados ao enriquecimento por nutrientes e matéria orgânica. (ALMEIDA SOBRINHO *et al.*, 2022).

Do ponto de vista preventivo, reduzir o risco de eutrofização depende do controle das fontes de nutrientes e matéria orgânica e de uma rotina simples de monitoramento e resposta rápida (SENAR, 2019). As medidas mais recomendadas incluem ajuste do arração para evitar sobras, manejo adequado da densidade de estocagem, uso de aeração em períodos críticos e renovação hídrica quando possível, além de ações para reduzir o acúmulo de matéria orgânica no fundo do viveiro (ROTTA *et al.*, 2023). O acompanhamento conjunto de OD (risco imediato) e CE (tendência do sistema) auxilia decisões de manejo e contribui para reduzir perdas produtivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão bibliográfica, com abordagem qualitativa, sobre o uso da CE e do OD como indicadores de qualidade da água na piscicultura. O levantamento foi realizado em bases de dados e repositórios acadêmicos (por exemplo, *Google Scholar*, *Scielo* e periódicos CAPES), além de documentos técnicos de instituições como Embrapa e Senar. Foram utilizados descritores em português e inglês relacionados à piscicultura/aquicultura e qualidade da água, com foco em CE e OD.

Como critérios de inclusão, consideraram-se publicações entre 2013 e 2024 (artigos científicos, livros/capítulos, dissertações e documentos técnicos) que abordassem CE e/ou OD em sistemas aquícolas, com foco em piscicultura continental. Foram excluídos estudos fora do tema, duplicados ou sem informações aplicáveis ao manejo. O processo de seleção foi realizado em três fases: inicialmente, avaliação dos títulos; em seguida, leitura dos resumos; e, por fim, a

leitura completa dos materiais que foram considerados elegíveis. As informações extraídas foram organizadas por categorias temáticas (conceitos e fontes de variação; implicações produtivas; faixas de referência e recomendações de manejo), permitindo a síntese crítica dos achados.

RESULTADOS

A literatura consultada aponta que a CE e o OD são parâmetros altamente responsivos às mudanças no sistema de cultivo, sendo úteis para diagnóstico rápido de alterações ambientais em viveiros escavados e tanques-rede. Em geral, a CE expressa a concentração de íons dissolvidos na água, podendo refletir acúmulo de sais, nutrientes e compostos oriundos de adubação, ração não consumida, excretas e decomposição de matéria orgânica. Em sistemas com maior intensificação e baixa renovação hídrica, observa-se tendência de aumento da CE ao longo do ciclo produtivo, especialmente em períodos com menor precipitação, quando há maior concentração de solutos.

Quanto ao OD, os estudos reforçam que se trata do parâmetro mais crítico para o desempenho produtivo, influenciando diretamente metabolismo, consumo alimentar, crescimento e sobrevivência. Reduções de OD ocorrem com maior frequência durante a noite e ao amanhecer, devido à respiração de organismos e menor fotossíntese, sendo agravadas por altas densidades de estocagem e acúmulo de matéria orgânica. Valores persistentemente baixos elevam o estresse e podem comprometer a conversão alimentar, enquanto quedas abruptas aumentam o risco de mortalidade.

De forma integrada, CE e OD funcionam como “alertas complementares”: o aumento de CE pode sinalizar intensificação do aporte/produção de compostos dissolvidos no sistema, frequentemente associado à maior demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e risco de queda de OD. Assim, o monitoramento simultâneo desses parâmetros oferece suporte prático à tomada de decisão, orientando ajustes no manejo alimentar, intensificação da aeração e estratégias de renovação de água.

Com base nisso, recomenda-se que o acompanhamento de CE e OD seja realizado de forma sistemática (com registro de horário e condições climáticas), e interpretado juntamente com temperatura e pH, pois a solubilidade do oxigênio e a dinâmica iônica variam com essas variáveis. Dessa forma, o uso de rotinas simples

de monitoramento pode reduzir perdas produtivas e contribuir para a sustentabilidade ambiental das criações. A Tabela 1 descreve as principais informações técnicas referentes ao uso da CE e OD no manejo da piscicultura.

Tabela 1. Síntese prática do uso da Condutividade Elétrica (CE) e do Oxigênio Dissolvido (OD) no manejo da piscicultura.

	OD / mg L ⁻¹	CE / μS cm ⁻¹
Faixas de referência usuais (água doce)*	Ideal: ≥ 5; Atenção: 3–5; Crítico: < 3	Baixa-moderada (comum): ~50–500; Elevada: > 500; Muito elevada: > 1.000**
O que indica no sistema	Disponibilidade de oxigênio para respiração dos peixes e equilíbrio entre fotossíntese, respiração e decomposição	Concentração de íons/sais dissolvidos; pode sinalizar acúmulo de nutrientes/solutos e intensificação do sistema
Principais causas de alteração	Alta biomassa; excesso de ração; matéria orgânica no fundo; noites nubladas/Chuvosas; alta temperatura; pouca renovação; floração/colapso de algas	Evaporação (seca); baixa renovação; adubação/insumos; ração e excretas; entrada de efluentes; água de abastecimento naturalmente mineralizada
Sinais no cultivo	Peixes “boquejando” na superfície; aglomeração na entrada d’água; redução do apetite; letargia; mortalidade (sobretudo madrugada/amanhecer)	Água mais “carregada”; tendência de aumento ao longo do ciclo; em alguns casos, maior risco indireto de queda de OD por aumento de matéria orgânica/nutrientes
Manejo recomendado	Aeração (principalmente madrugada); reduzir/ajustar arrasto; remover excesso de matéria orgânica; melhorar circulação/renovação de água; monitorar OD ao amanhecer e fim da tarde	Conferir fonte de abastecimento; registrar CE semanalmente; ajustar renovação; controlar adubação/insumos; manejo alimentar para reduzir sobras; interpretar junto com pH e alcalinidade
Fonte	Queiroz & Boeira (2016); Queiroz et al. (2021); Senar (2019); Corrêa (2018)	Corrêa (2018); Esteves (2011); Senar (2019)

CONCLUSÃO

A revisão evidenciou que os parâmetros de CE e OD são indicadores estratégicos e de aplicação direta no manejo da qualidade da água na piscicultura.

Enquanto a CE contribui para identificar alterações relacionadas ao acúmulo de sólidos dissolvidos e à dinâmica de nutrientes/íons no sistema, o OD representa o

parâmetro mais sensível ao equilíbrio entre fotossíntese, respiração e decomposição de matéria orgânica, com impacto imediato sobre desempenho e sobrevivência dos peixes.

Conclui-se que o monitoramento sistemático de CE e OD, aliado a registros de horário e interpretação conjunta com temperatura e pH, fortalece a tomada de decisão no manejo preventivo. Práticas como ajuste de arraçoamento, renovação controlada da água e uso de aeração se destacam como medidas essenciais para manter a estabilidade do ambiente de cultivo. Portanto, CE e OD, quando utilizados de forma integrada e contextualizada ao sistema produtivo, reduzem riscos, evitam perdas e favorecem a sustentabilidade da piscicultura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me sustentar e fortalecer durante todo o percurso desta especialização. Ao professor Leonardo, meu agradecimento pela orientação, disponibilidade e contribuições que ajudaram a aprimorar este trabalho. Aos professores do curso, agradeço pelos ensinamentos e pela troca de conhecimentos ao longo das disciplinas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA SOBRINHO, B. V. et al. Qualidade da água e desempenho produtivo em tanque-rede para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) no reservatório de Balbina, Amazonas, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 2, p. 8857–8876, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n2-060.
- AMARAL, L. A. do et al. Qualidade da água em pisciculturas comerciais de tilápias do Nilo. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, e64942897, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i4.2897.
- BRANDÃO, M. B. A piscicultura como fator de desenvolvimento socioeconômico no Brasil. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- BRITO JUNIOR, A. A. Automação no controle e monitoramento dos parâmetros de qualidade de água da aquicultura. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.
- CORRÊA, Roselany de Oliveira. Qualidade da água na piscicultura. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2018. 32 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 44). ISBN 978-85-7035-849-3.

- CYRINO, J. E. P. et al. Aquicultura, segurança alimentar e qualidade do pescado: esclarecendo mitos e insinuações. *Aquaculture Brasil*, ed. 21, p. 11–16, 2019.
- ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FEITOZA, L. L. Manejo da qualidade da água na piscicultura. *Panorama da Aquicultura*, v. 19, n. 113, p. 14–21, 2009.
- GURGEL, J. J. S. & VINATEA, J. E. Métodos de aumento da produtividade aquática natural. In: CHACON, J. O. et al. Manual sobre manejo de reservatórios para produção de peixes e irrigação. Parte 2. Roma: FAO, 1988.
- HURTADO, F. B. et al. A qualidade da água em sistemas de piscicultura em tanques escavados na região de Rio Branco, Acre. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 22, n. 1, p. 1–10, 2018.
- IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) 2024: aquicultura. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2024>. Acesso em: 5 jan. 2026.
- JESUS, I. C. et al. Uma avaliação dos sistemas de piscicultura no Brasil: revisão. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 25294–25309, 2021.
- KUBITZA, Fernando. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2003. 229 p.
- LIMA, Valdívnia Thais Alves de; CAMPECHE, Daniela Ferraz Bacconi; DIAS, Ricardo Novais. Condutividade elétrica e a relação com a qualidade da água. *Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia*, v. 1, p. 1–13, 2011. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-905670/Description>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- LOPES, I. G. C. Piscicultura. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; Rede e-Tec Brasil, 2012. 77 p.
- MASSER, Michael P.; RAKOCY, James; LOSORDO, Thomas M. Recirculating aquaculture tank production systems: management of recirculating systems. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center (SRAC), 1999. (SRAC Publication No. 452). 12 p. Disponível em: <https://www.ncrac.org/files/inline-files/SRAC0452.pdf> Acesso em: 08 jan. 2026.
- MEDEIROS, J. V. et al. Qualidade da água em tanques escavados utilizados na piscicultura no semiárido Potiguar. *Pubvet*, v. 16, n. 4, p. 1–9, 2022. DOI: 10.31533/pubvet.v16n04a1085.1-9.
- MORO, G. V. et al. Oxigênio dissolvido. In: CYRINO, J. E. P. et al. (ed.). Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimento. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 141–169.

- NAKAUTH, A. C. et al. Piscicultura: uma alternativa sustentável de desenvolvimento econômico e social. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 8, n. 2, p. 369–392, 2015.
- OLIVEIRA, E. G. Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo. 2. ed. Florianópolis: EDUFPI, 2011. 276 p.
- OLIVEIRA, E. G. et al. Piscicultura em viveiros: técnicas de manejo e implicações ambientais. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 39, n. 1, p. 54–60, 2015.
- QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. P. Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água em viveiros de piscicultura. 2. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 12 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 18).
- QUEIROZ, J. F. et al. Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água em viveiros de piscicultura. 3. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136577>. Acesso em: 7 jan. 2026.
- QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. Boas práticas de manejo para manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 9 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 54). ISSN 1516-8638. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1062610>. Acesso em: 7 jan. 2026.
- ROCHA, O.; PAULINO, J. B. Manual de boas práticas na piscicultura. São Carlos: UFSCar, 2007. 45 p.
- ROTTA, M. A. et al. Manejo de inverno para a piscicultura no Sul do Brasil. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (RS), 2023.
- SÁTIRO, T. M. et al. Aquicultura: uma visão geral da atividade no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, e20170105, 2018.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento de políticas públicas. Rio de Janeiro: IPEA, 2017. (Texto para Discussão).
- SENAR. Piscicultura: qualidade de água. Brasília, DF: SENAR, 2019.
- SILVA, M. A. P. et al. Qualidade da água em canais de abastecimento com cultivo intensivo de tambaqui, *Colossoma macropomum*, no Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 43, n. 4, p. 517–524, 2013.
- SILVA, N. R. C. et al. Análise socioeconômica da aquicultura como alternativa de renda no município de Marataízes/ES. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para a produção de alimentos de origem animal. Boletim de Indústria Animal, v. 74, n. 3, p. 180–186, 2017.

SIQUEIRA, T. V. Piscicultura: panorama e perspectivas. Boletim de Indústria Animal, v. 75, n. 1, p. 1–7, 2018.

TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. Diagnóstico sanitário de peixes cultivados em fazendas aquícolas no Estado de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015. 38 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 148).