

MANUAL DE ESTUDOS

FINALIDADES DE USO DAS OUTORGAS DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO TOCANTINS NO SISTEMA CNARH40



ASSINADO POR LOGIN E SENHA POR: Mateus Chagas dos Santos EM 29/01/2025 07:38:08

ASSINADO POR LOGIN E SENHA POR: Daniela De Carvalho Gualberto EM 28/01/2025 17:05:46

Verifique a autenticidade deste documento em <https://sgd.to.gov.br/verificador> informando o código: C744229401E27C9A | SGD:2025/40319/011101

MANUAL DE ESTUDOS DAS FINALIDADES DE USO DAS OUTORGAS DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO TOCANTINS NO SISTEMA CNARH40

Governo do Estado do Tocantins

Wanderlei Barbosa

Governador

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH

Marcello Lelis

Secretário

Fundação de Amparo à Pesquisa - FAPT

Maria Eulessandra Sousa Castilho

Presidente

Instituto Natureza do Tocantins - Naturatins

Cledson da Rocha Lima

Presidente

Mateus Chagas dos Santos

Gerente de Controle e Uso dos Recursos Hídricos

ELABORAÇÃO:

Daniela de Carvalho Gualberto

Bolsista selecionada - (edital FAPT/SEMARH seleção de bolsistas de pesquisa e extensão científica), para atuar no setor de Gerência de Controle e Uso dos Recursos Hídricos do NATURATINS.

Mateus Chagas dos Santos

Gerente de Controle e Uso dos Recursos Hídricos do NATURATINS.

Palmas – TO
Janeiro - 2025



LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional De Águas E Saneamento Básico

ANEEL - Agência Nacional De Energia Elétrica Aneel

ANM - Agência Nacional De Mineração

CEDEP - Conselho Estadual De Desenvolvimento Da Piscicultura

CIESP - Centro Das Indústrias Do Estado De São Paulo

CNARH - Cadastro Nacional De Usuários De Recursos Hídricos

CNEN - Comissão Nacional De Energia Nuclear

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente

FAO - Food And Agriculture Organization (Organização Das Nações Unidas Para Agricultura E Alimentação)

FAPT - Fundação De Amparo À Pesquisa Do Tocantins

FIESP - Federação Das Indústrias Do Estado De São Paulo

IBAMA - Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis

IBRAM - Instituto Brasileiro De Mineração

INEA - Instituto Estadual Do Ambiente

NATURATINS - Instituto Natureza Do Tocantins

OECD - Organização Para A Cooperação E Desenvolvimento Econômico

PCRA - Programa De Conservação E Reuso De Água

RURALTINS - Instituto De Desenvolvimento Rural Do Estado Do Tocantins

SEAGRO - Secretaria Da Agricultura E Pecuária

SEMARH - Secretaria Do Meio Ambiente E Recursos Hídricos

SENAR - Serviço Nacional De Aprendizagem Rural

SNIRH - Sistema Nacional De Informações Sobre Recursos Hídricos



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. METODOLOGIA	6
4. FINALIDADES DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS	7
3.1 ABASTECIMENTO AO PÚBLICO	7
3.2 APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO	9
3.3 AQUICULTURA	11
3.4 CONSUMO HUMANO	14
3.5 CRIAÇÃO ANIMAL	16
3.6 ESGOTAMENTO SANITÁRIO	17
3.7 INDÚSTRIA	20
3.8 IRRIGAÇÃO	21
3.9 MINERAÇÃO	24
3.10 OBRAS HIDRÁULICAS	25
3.11 OUTRAS	26
3.12 RESERVATÓRIO/ BARRAMENTO	27
3.13 SERVIÇOS	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6. REFERÊNCIAS	30



1. INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos no Brasil, com ênfase no Tocantins, estado com reconhecida abundância hídrica, depende crucialmente do sistema de outorgas de direito de uso da água para garantir o uso racional e prevenir conflitos. O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) fornecem informações essenciais sobre as outorgas e o uso da água, otimizando a eficiência desse sistema.

O CNARH, instituído pela Resolução nº 317/2003 e gerido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), tem adesão obrigatória no Tocantins, conforme estabelecido pela Portaria Naturatins nº 413/2014, para solicitações e renovações de outorga de recursos hídricos. O Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins) é o órgão responsável por gerenciar o cadastro de usos e interferências nos recursos hídricos, incluindo a regularização no CNARH.

Criado para otimizar a gestão de recursos hídricos e assegurar a disponibilidade e a qualidade da água, o CNARH evoluiu para a versão CNARH40, que adota o cadastro ponto a ponto. Essa versão exige o registro individualizado de cada intervenção, especificando sua finalidade e o documento de regularização (outorga ou uso insignificante) (SOUZA; NUNES; ACSELRAD, 2017).

Integrado ao SNIRH, o CNARH é fundamental para a gestão de recursos hídricos no Tocantins. No entanto, sua eficácia está intrinsecamente ligada à qualidade e à consistência dos dados, pois inconsistências comprometem a gestão, a tomada de decisões e a implementação de políticas públicas eficazes. O cadastramento inicial no CNARH, realizado pelo usuário no Tocantins durante a solicitação de outorga, apresenta potenciais inconsistências, principalmente na classificação da finalidade do uso, que, por vezes, exige conhecimento técnico especializado, o que pode induzir a erros.

Nesse sentido, este manual de estudo analisa a consistência dos dados referentes à finalidade das outorgas de recursos hídricos no Tocantins, registrados no CNARH40. A investigação busca identificar inconsistências e subsidiar a implementação de melhorias para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos no estado.

2. OBJETIVO

Elaborar um manual de estudos com fundamentação teórico-científica para os técnicos do Naturatins, visando aprimorar a gestão de dados e o tratamento de



inconsistências na plataforma do CNARH, com foco na classificação da finalidade do uso, por meio de capacitação técnica específica.

3. METODOLOGIA

A pesquisa científica, segundo Gil (2007), é um conjunto articulado de atividades para produzir novos conhecimentos e aprofundar estudos em uma área específica. Com metodologia rigorosa, emprega procedimentos científicos para elucidar questões e solucionar problemas, sendo um procedimento racional e sistemático que busca respostas consistentes e embasadas. Seu desenvolvimento ocorre em diversas etapas estruturadas.

A metodologia iniciou com a seleção de intervenções estatais na plataforma e obtenção dos dados exportados via *download* da planilha. Diante da considerável inconsistência dos dados, aplicaram-se filtros para selecionar os dados utilizados no estudo e definiu-se o recorte temporal de janeiro de 2017 a junho de 2024.

No CNARH40, os pontos de interferência são categorizados como "Em análise", "Indeferido e não outorgável", "Inválido", "Outorgado e autorizado", "Uso insignificante" e "Outro". Para o filtro aplicado, selecionaram-se as categorias "Outorgado e autorizado" e "Uso insignificante", por representarem intervenções com autorização vigente.

Os pontos de interferência são classificados conforme seu status: "Em análise" (não avaliados, podendo ser processos inexistentes ou dados duplicados); "Indeferido e não outorgável" (avaliados com outorga inviável); "Inválidos" (dados invalidados por ausência de interferência em curso hídrico ou informações divergentes); "Outorgado e autorizado" (analisados manualmente com licença válida); "Uso insignificante" (autorizações autodeclaratórias com captação inferior a 21,6 m³/dia); e "Outro" (não enquadrados nas demais classes, podendo indicar um erro do analista).

Devido à ausência de termoeletricas no estado e para otimizar o tratamento dos dados, algumas categorias foram agrupadas: "Aquicultura em Tanque Escavado" e "Aquicultura em Tanque Rede" em "Aquicultura"; "Mineração – Extração de Areia e Cascalho em Leito de Rio" e "Mineração – Outros Processos Extrativos" em "Mineração". Assim, as seguintes categorias de uso de recursos hídricos foram consideradas: "Abastecimento Público", "Aproveitamento Hidroelétrico", "Aquicultura", "Consumo Humano", "Criação Animal", "Esgotamento Sanitário", "Indústria", "Irrigação", "Mineração", "Obras Hidráulicas", "Outras", "Reservatório/Barramento" e "Serviços".

Na etapa seguinte da metodologia, procedeu-se à separação das finalidades das interferências selecionadas, núcleo central do tratamento de dados efetuado. Definidos os



dados e o período do estudo, iniciou-se a análise de inconsistências. Esta etapa identificou, avaliou e corrigiu discrepâncias nos atos autorizados, verificados individualmente e então ratificados ou reclassificados conforme as categorias de finalidade existentes. A consulta aos atos administrativos foi realizada no Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM) do Naturatins, onde os dados são gerenciados e armazenados. Finalizado esse processo, procedeu-se à alimentação do sistema com os dados tratados, por meio do *upload* da planilha.

Em seguida, procedeu-se a uma minuciosa revisão bibliográfica, mediante a consulta de uma gama diversificada de fontes, como livros, artigos científicos, monografias, dissertações, teses e anuários. A revisão foi conduzida de forma sistemática, com o objetivo de interpretar e sintetizar o conhecimento já estabelecido sobre o tema. Essa análise resultou em um estudo de natureza qualitativa, caracterizado pela interpretação de dados não numéricos e propiciando a elaboração de um arcabouço teórico sólido e abrangente.

Segundo Oliveira (2008), a pesquisa bibliográfica é uma modalidade investigativa que examina e interpreta documentos científicos já analisados, permitindo ao pesquisador aprofundar o estudo de fontes elaboradas e reinterpretar análises preexistentes sobre o tema. De acordo com Calil & Arruda (2004), a pesquisa qualitativa, em termos de sua aplicação prática, tem como objetivo examinar informações descritivas relativas a uma situação ou fenômeno específico, o que implica a imersão do pesquisador no contexto estudado.

Segundo Minayo (2010), a abordagem qualitativa explora significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, compreendendo profundamente relações, processos e fenômenos sem reduzi-los a variáveis. Tal abordagem possibilita construir e revisar conceitos e categorias sobre o fenômeno estudado, respeitando a diversidade social, e revela processos sociais pouco explorados, sobretudo em grupos específicos, favorecendo novas perspectivas e a criação/revisão de conceitos durante a investigação.

4. FINALIDADES DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

3.1 ABASTECIMENTO AO PÚBLICO

Os mananciais de abastecimento público são corpos hídricos, subterrâneos ou superficiais, correntes, nascentes ou represados, utilizados ou com potencial para uso no



abastecimento da população. Eles integram os sistemas de abastecimento de água, fornecendo água bruta para diversas finalidades, como consumo doméstico e serviços públicos (INEA, 2018).

Um sistema típico de abastecimento de água compreende as etapas de captação (extração de água de fontes como rios, lagos, represas e poços), adução (transporte por bombeamento até as Estações de Tratamento de Água ETA), tratamento (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção), reservação (armazenamento em reservatórios) e distribuição (por rede de tubulações). O recalque, por estações elevatórias, impulsiona a água (TERASSAKA et al., 2014).

A água captada passa por tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETA), processo que a torna potável e própria para o consumo humano. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, regulamenta os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (TERASSAKA et al., 2014).

A água proveniente de rios e lagos, ao chegar às estações de tratamento, apresenta-se turva devido à presença de partículas de sujeira. Para torná-la potável e segura para o consumo, ela passa por diversas etapas de purificação, incluindo a aeração (remoção de gases), coagulação e floculação (aglomeração das partículas de sujeira), decantação (deposição dos aglomerados no fundo do reservatório), filtração (passagem da água por filtros de cascalho, areia e carvão) e desinfecção (adição de cal, cloro e flúor). As águas subterrâneas, por serem naturalmente mais limpas, geralmente necessitam apenas de filtração e adição de cloro para desinfecção (TERASSAKA et al., 2014).

A rede de distribuição, composta por tubulações e peças, leva a água aos pontos de consumo (instalações prediais ou públicas). Representando cerca de 70% do custo total do sistema de abastecimento, essa rede deve atender a critérios técnicos como: vazão (calculada pela demanda do horário de pico); velocidade e vazão limite (para o bom funcionamento); diâmetros das canalizações (dimensionados por vazão e perdas de carga); e alturas piezométricas (para manter a pressão acima do mínimo necessário em edifícios e hidrantes) (TERASSAKA et al., 2014).

As perdas no faturamento dos sistemas de abastecimento de água, considerando o consumo da população, variam entre 27% e 60%. Essas perdas se dividem em físicas, decorrentes de vazamentos em todo o sistema, desde a captação até a distribuição da água,



e não físicas, causadas por ligações clandestinas, defeitos em hidrômetros, fraudes e outros fatores (SALOMANI; DELLA; BACK, 2014).

O crescimento populacional e a intensa urbanização no Brasil nas últimas décadas, sem a devida expansão do saneamento básico, proteção dos recursos hídricos e ordenamento territorial, resultaram na deterioração de mananciais, agravando a escassez hídrica, elevando os custos de tratamento da água e prejudicando a saúde e a qualidade ambiental das bacias. Assim, as políticas de recursos hídricos desafiam-se a desenvolver ações efetivas e inovadoras para recuperar e proteger os mananciais, revertendo a degradação ambiental em âmbito regional e local (INEA, 2018).

O conhecimento das características das águas destinadas ao abastecimento público urbano é fundamental para o desenvolvimento de estratégias que promovam o manejo adequado desse recurso natural, subsidiando a implementação de práticas viáveis e seguras para sua conservação (INEA, 2018).

A água, quando contaminada, pode se tornar um veículo de transmissão de doenças, exigindo tratamento adequado para o consumo humano. Dessa forma, o desenvolvimento apropriado de infraestruturas de tratamento e distribuição de água, juntamente com redes de esgoto eficientes, é essencial para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de saúde e de vida das populações (MANUEL; LEITÃO; BOAVENTURA, 2018).

O abastecimento público de água, apesar do complexo sistema técnico de captação, tratamento e distribuição, sofre com perdas na rede, crescimento populacional sem saneamento e deterioração de mananciais, o que prejudica a qualidade, a disponibilidade, eleva custos e afeta a saúde e o meio ambiente. Conhecer a água, investir em infraestrutura e proteger os recursos hídricos são essenciais para um abastecimento sustentável.

3.2 APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

O acesso à energia é crucial para o desenvolvimento socioeconômico, impactando diretamente indústria, comércio, serviços, o setor doméstico, o crescimento econômico, a qualidade de vida e a competitividade global. A geração de energia é, portanto, condicionante primordial do desenvolvimento. A energia elétrica, uma das formas mais versáteis, provém de diversas fontes: convencionais (termelétricas – combustíveis fósseis, biomassa ou nuclear – e hidrelétricas) e alternativas/renováveis (solar, eólica, biomassa e



geotérmica), cada qual com vantagens e desvantagens em custo, impacto ambiental e disponibilidade (SILVA, 2007).

Uma usina hidrelétrica converte energia hidráulica em elétrica, aproveitando o potencial de rios com desníveis e fluxo de água. A água do reservatório é direcionada à casa de força por canais ou condutos, passa pela turbina hidráulica e retorna ao rio pelo canal de fuga. O gerador acoplado à turbina converte a potência mecânica em elétrica, que é transportada por cabos até o transformador, onde a voltagem é corrigida e transmitida aos centros de consumo por linhas de transmissão, sendo ajustada por transformadores para o uso final (LIMA et al., 2023).

Segundo Santos (2015), as usinas hidrelétricas podem ser classificadas de acordo com algumas características, como a potência, o tipo de reservatório e a queda d'água, por exemplo. Quanto à potência, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) classifica as usinas hidrelétricas em: Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) (com potência instalada de mais de 30 MW), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) (com potência de até 1 MW) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) (com potência instalada variando entre 1,1 MW e 30 MW). Quanto ao reservatório, há o de acumulação (para estocar água e usar na estiagem) e o de fio d'água (que gera energia com o fluxo do rio). Quanto à queda d'água, de maneira geral, classifica-se em alta, média ou baixa.

A parte estrutural de uma usina hidrelétrica apresenta diversos componentes, como reservatório, comporta, barragem, conduto forçado, turbina hidráulica, gerador, canal de fuga, transformador elevador, linha de transmissão, subestação abaixadora, rede de distribuição, transformador, medidor e consumidor. Esses elementos devem operar em conjunto e de forma integrada para o melhor aproveitamento do potencial hidráulico disponível (SANTOS, 2015).

Dentre as dez maiores usinas hidrelétricas do planeta, três se localizam no Brasil: Itaipu Binacional (divisa Brasil-Paraguai, rio Paraná), Belo Monte (rio Xingu, PA) e Tucuruí (rio Tocantins, PA). A geração dessas usinas beneficia a população com empregos diretos e indiretos, impulsionando a economia local e regional, além de garantir maior estabilidade e confiabilidade no fornecimento de energia elétrica para residências, indústrias e comércio, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do país (ENGIE, 2020).

De acordo com Silva (2007), a Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, uma das maiores do Brasil, demonstra um significativo potencial para a geração de energia



hidrelétrica, desempenhando um papel crucial na matriz energética nacional. Esse potencial se concentra principalmente nos afluentes da margem direita do rio Tocantins e nas regiões de cabeceira dos rios Tocantins e Araguaia, onde a topografia e a vazão dos rios favorecem a construção de usinas. Entre as hidrelétricas, destacam-se a Usina de Tucuruí, localizada no baixo Tocantins, e as usinas Serra da Mesa, Cana Brava e Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), localizadas no alto Tocantins.

As hidrelétricas, que convertem energia hidráulica em elétrica por meio de um sistema complexo que integra reservatório, barragem, turbinas, geradores e linhas de transmissão, são vitais para o desenvolvimento socioeconômico. Classificadas por potência, reservatório e queda d'água, elas são especialmente importantes para o Brasil, que possui três das dez maiores do mundo e grande potencial em bacias como a do Tocantins-Araguaia.

3.3 AQUICULTURA

A aquicultura consiste na produção controlada de organismos aquáticos, abrangendo o cultivo de diversas espécies, como peixes, camarões, rãs e ostras, com finalidade alimentar. Essa prática engloba o cultivo de organismos cujo ciclo de vida ocorre, total ou parcialmente, em meio aquático. A piscicultura, por sua vez, configura-se como um ramo específico da aquicultura, dedicado exclusivamente à criação de peixes (LOPES, 2012).

O Brasil apresenta um vasto potencial para o desenvolvimento da aquicultura, impulsionado pela presença da maior reserva de água doce do planeta, estimada em cerca de 5.500.000 hectares de lâmina d'água em reservatórios, além de uma extensa costa oceânica com 8.400 km de extensão (BRASIL, 2012).

No Brasil, a piscicultura se destaca pela utilização de dois sistemas de criação principais: os viveiros escavados e os tanques-rede. Os viveiros escavados são mais tradicionais e utilizados para diversas espécies de peixes, enquanto os tanques-rede permitem a criação em ambientes aquáticos maiores e mais profundos, como reservatórios de usinas hidrelétricas (SENAR, 2017).

De acordo com a Organização para a Alimentação e Agricultura – FAO (2020), o Brasil se destaca no cenário mundial da piscicultura, ocupando uma posição de destaque entre os maiores produtores de pescado. Essa posição é resultado de uma combinação de fatores favoráveis, como a abundância de recursos hídricos, a diversidade de espécies aquáticas, o clima propício e a produção de grãos para a fabricação de rações.



A piscicultura tem se consolidado como um setor de fundamental importância para a economia e segurança alimentar do Tocantins. Desde o início dos anos 2000, o estado tem investido na estruturação da cadeia produtiva, com a criação de grandes unidades de produção e processamento. Além disso, a criação da Embrapa Pesca e Aquicultura em 2009, localizada na capital do estado, foi um marco fundamental para o avanço do setor, impulsionando a inovação e a competitividade (PEDROZA FILHO; BARROSO; FLORES, 2014).

A piscicultura no Tocantins cresceu significativamente desde o início dos anos 2000, atraindo grandes empresas nacionais e internacionais devido a fatores como: abundância de recursos hídricos (bacias dos rios Araguaia e Tocantins e reservatórios de Lajeado e Peixe-Angical), clima favorável ao rápido crescimento dos peixes e localização estratégica próxima a grandes centros consumidores (Brasília, Goiânia e cidades no Maranhão e Pará) (PEDROZA FILHO; BARROSO; FLORES, 2014).

No Tocantins, a piscicultura coexiste em diferentes escalas, desde grandes empresas com produção em larga escala até pequenos produtores familiares com produção voltada para a subsistência e venda do excedente. A piscicultura tocantinense é caracterizada pela produção de espécies amazônicas e seus híbridos, como o tambaqui, caranha, surubim, matrinxã, entre outros (PEDROZA FILHO; BARROSO; FLORES, 2014).

De acordo com a Secretaria da Agricultura e Pecuária – SEAGRO (2018), o Tocantins tem se destacado na promoção da piscicultura, com ações estratégicas como a criação do Conselho Estadual de Desenvolvimento da Piscicultura (CEDEP), a implantação da Embrapa Pesca e Aquicultura em 2009, o fortalecimento do Instituto de Desenvolvimento Rural do estado do Tocantins (RURALTINS) e a participação ativa do setor em eventos como a Feira Agrotecnológica do Tocantins (AGROTINS).

A obtenção de registros e licenças, emitidos por diferentes esferas governamentais, é um processo indispensável para a atividade aquícola. A regularização proporciona segurança jurídica aos produtores, além de ser fundamental para garantir a conformidade ambiental e sanitária da produção e contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor (SENAR, 2017).

No Tocantins, o controle ambiental da atividade de piscicultura no estado é baseado na Resolução nº 27/2011 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA). A aplicação desta legislação é, por sua vez, exercida pelo Instituto Natureza do Tocantins



– NATURATINS, o qual se encarrega de fiscalizar e emitir as licenças ambientais necessárias à instalação e funcionamento das pisciculturas. A elaboração de projetos ambientais pode ser feita pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins – RURALTINS, no caso de pequenos produtores, ou por empresas privadas (PEDROZA FILHO; BARROSO; FLORES, 2014).

A escolha do local para uma piscicultura é crucial para o sucesso da atividade, sendo a disponibilidade de água em quantidade e qualidade um fator determinante, pois a água é o principal insumo. A demanda hídrica varia conforme o tamanho dos viveiros, o clima e o manejo, dependendo de taxas de evaporação, infiltração e renovação. A gestão eficiente da água, com escolha de locais com boa disponibilidade hídrica e práticas que minimizem o consumo, é essencial para a viabilidade econômica e ambiental da piscicultura (REZENDE; BERGAMIN, 2013).

A escolha da fonte de água para piscicultura, crucial para o sucesso da produção, exige a avaliação da disponibilidade hídrica anual, qualidade da água e risco de contaminação. Aspectos como vazão, temperatura, oxigênio e parâmetros químicos devem ser considerados para garantir a qualidade da água, que deve ser livre de contaminantes (químicos e patógenos) e apresentar parâmetros físico-químicos adequados. O risco de contaminação por atividades humanas próximas também deve ser avaliado. Diversas fontes podem ser utilizadas, como rios, córregos, represas, açudes, minas, poços e água da chuva, sempre observando a legislação vigente (REZENDE; BERGAMIN, 2013).

A implantação de uma piscicultura exige investimento considerável, principalmente na construção das instalações (viveiros escavados ou tanques-rede). As características do terreno (solo, topografia e clima) influenciam diretamente os custos de construção, tornando a escolha do local e o projeto de estruturas adequadas às condições locais essenciais para a viabilidade econômica do empreendimento (REZENDE; BERGAMIN, 2013).

Segundo Valenti (2002), a aquicultura moderna se sustenta em três pilares: produção lucrativa, preservação ambiental e desenvolvimento social. Para o estabelecimento da atividade, exige-se o respeito às condições ambientais e a condução da produção dentro dos parâmetros de qualidade da água definidos pela legislação brasileira, buscando minimizar os impactos nos corpos hídricos a jusante por meio da melhoria da qualidade dos efluentes gerados.



A sustentabilidade da piscicultura no Brasil, especialmente no Tocantins, onde há grande potencial devido a recursos hídricos, clima e investimentos, depende crucialmente da observância de critérios rigorosos, como escolha adequada do local, gestão eficiente da água, licenciamento e respeito à legislação ambiental, com o objetivo de equilibrar produção, preservação e desenvolvimento social.

3.4 CONSUMO HUMANO

Um sistema de abastecimento de água é, em essência, concebido para servir a população por meio de suas infraestruturas. Sua função primordial consiste na captação de água em fontes naturais, seguida pela adequação de sua qualidade e transporte, culminando no fornecimento à população por meio de um conjunto integrado de obras e serviços (BRASIL, 2004).

A água é fundamental para a vida e o bem-estar humano, sendo crucial sua disponibilidade em quantidade adequada e com boa qualidade para a manutenção da vida. Além de ser consumida em maior volume que qualquer outro alimento, a água é imprescindível para a higiene pessoal. Para esse fim, é necessário que a água atenda aos padrões de potabilidade, que estabelecem os limites toleráveis de diversos elementos presentes nas águas de abastecimento, geralmente definidos por decretos, regulamentos ou especificações (FREITAS et al., 2002).

No Brasil, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde regula o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, definindo seu padrão de potabilidade. Ela determina a atuação conjunta dos agentes envolvidos no tratamento e controle para assegurar o fornecimento de água potável dentro dos padrões higiênico-sanitários, estabelecendo parâmetros de avaliação de indicadores físicos, químicos e biológicos para monitorar e caracterizar a potabilidade da água para abastecimento público (MORAIS et al., 2016).

A qualidade da água, suscetível às condições ambientais, frequentemente exige tratamento para potabilização. O tratamento convencional inclui coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. Contudo, o uso de produtos químicos nesse processo pode deixar resíduos na água final, prejudicando a saúde. Portanto, o monitoramento contínuo de todas as etapas é crucial para garantir que o produto final atenda às normas de potabilidade (FREITAS et al., 2002).

A água, quando contaminada, torna-se um potencial veículo de transmissão de doenças, exigindo tratamento adequado para o consumo humano. Dessa forma, o



desenvolvimento apropriado de infraestruturas de tratamento e distribuição de água, bem como de redes de esgoto, é fundamental para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de saúde e de vida das populações (MANUEL; LEITÃO; BOAVENTURA, 2018).

A contaminação da água por coliformes é recorrente. Os coliformes totais (gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, com a *Escherichia coli* como principal representante termotolerante) são encontrados no solo e em vegetais, multiplicando-se relativamente fácil na água. Os termotolerantes, presentes na flora intestinal de animais de sangue quente, não se proliferam facilmente fora do organismo, mas sua sobrevivência similar à de patógenos os torna indicadores de contaminação fecal e de patógenos entéricos em água doce (ZULPO et al., 2006).

O monitoramento das condições sanitárias da água para consumo, frequentemente realizado por meio de análises de bactérias do grupo coliforme, é essencial para um controle efetivo. Ações voltadas para a estruturação da vigilância rotineira da qualidade da água são indispensáveis para determinar a segurança para o consumo, visando à proteção da saúde pública (PORTO et al., 2011).

Segundo Silva et al. (2002), a água subterrânea surge como alternativa de abastecimento humano devido à escassez e poluição das águas superficiais, que encarecem o tratamento para potabilização. Geralmente potáveis naturalmente, as águas subterrâneas dispensam tratamento prévio, pois a filtração e depuração no subsolo as purificam durante a percolação, tornando-as fonte potencial de boa qualidade e baixo custo, viável em áreas rurais e urbanas. Contudo, a contaminação antropogênica, proveniente de despejos domésticos e industriais e chorume de aterros, contamina os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos.

Por muito tempo, a humanidade acreditou que a água era um recurso natural inesgotável, sempre disponível e autossustentável por sua capacidade de autodepuração. No entanto, a realidade demonstra que apenas uma pequena fração da água do planeta é acessível para nosso uso, e essa porção ainda precisa atender a critérios de qualidade para consumo (MANUEL; LEITÃO; BOAVENTURA, 2018).

A disponibilidade global de água é restringida pela deterioração de sua qualidade. Assim, a água é um recurso renovável em quantidade, mas não em qualidade, especialmente a potável, que não é renovável (MANUEL; LEITÃO; BOAVENTURA, 2018). Para Shubo (2003), a escassez desse recurso é um problema crônico, sobretudo em



países em desenvolvimento, representando um obstáculo ao desenvolvimento econômico e social.

A saúde depende do abastecimento de água, que sofre com contaminação e escassez, intensificadas pela poluição. Prioriza-se, portanto, a potabilidade, o monitoramento constante, infraestruturas adequadas e a proteção dos recursos hídricos para a saúde pública e a sustentabilidade.

3.5 CRIAÇÃO ANIMAL

Com base em dados da OECD/FAO (2015), observa-se um aumento significativo no consumo global de proteína de origem animal nas últimas décadas, com projeções de crescimento acelerado até 2024. Diversos fatores contribuem para essa expansão, incluindo o crescimento populacional, o aumento da renda e a urbanização, especialmente em países emergentes. A melhoria da renda familiar, por sua vez, possibilita aos consumidores diversificar suas dietas, reduzindo a dependência do consumo de carboidratos e incorporando mais proteínas animais.

No meio rural, a água para os animais geralmente provém de fontes naturais como nascentes, arroios, córregos, banhados e açudes, devido à sua disponibilidade e baixo custo (AMARAL, 2003; DIAS, 2006). A principal forma de acesso à água pelos animais é a dessedentação, complementada pela ingestão através dos alimentos e do metabolismo (PALHARES, 2013). A água é fundamental para a produção animal, devendo estar sempre disponível em quantidade e qualidade adequadas.

A água desempenha diversas funções no setor agropecuário, sendo utilizada na dessedentação animal, produção de insumos e alimentos, higienização de instalações, remoção de resíduos (fezes, urina, restos de alimentos e camas), abate e processamento de produtos de origem animal (PALHARES, 2013). Além disso, a água também é empregada na irrigação de pastagens e na manutenção do ambiente dos animais (FLAMENBAUM, 2015).

Segundo Greif (2006), a avaliação da água para dessedentação animal deve abranger tanto a qualidade quanto a quantidade consumida, expressa em litros por unidade animal por dia (L/unidade/dia). O autor exemplifica o consumo hídrico diário para diferentes espécies: bovinos (50 L), bubalinos (60 L), equídeos (40 L), ovinos (7 L), suínos (20 L), caprinos (7 L) e aves (0,36 L).

A qualidade da água é um fator de grande importância, com reflexos diretos no desempenho produtivo e no bem-estar animal (TAVARES, 2012). Água de baixa



qualidade pode ser um veículo de transmissão de diversos agentes infecciosos, resultando em problemas como gastroenterites, hepatites e infecções respiratórias generalizadas (CERQUEIRA et al., 2006). Maria & Alberto (2009) defendem que a água deve receber a mesma atenção dada a outros aspectos do sistema de produção, como instalações e manejo, para garantir uma produção animal de qualidade.

De acordo com Palhares (2013), a restrição hídrica para dessedentação animal acarreta diversas consequências negativas, como a redução do crescimento, do bem-estar e da saúde dos animais, além do aumento do estresse, impactando negativamente os fatores zootécnicos e econômicos da produção.

Segundo Dias (2006), observa-se um crescente aumento na preocupação com a qualidade da água e seus impactos no desempenho animal. Em resposta a essa preocupação, diversos países adotaram guias de qualidade da água para animais de produção. No Brasil, existem diversos parâmetros de qualidade da água que devem ser respeitados, com a resolução normativa nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) estabelecendo diretrizes ambientais e padrões para a classificação de corpos de água e o lançamento de efluentes.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que a qualidade da água para dessedentação de animais de produção deve ser tratada especificamente, com o estabelecimento de concentrações adequadas para esse tipo de uso. Além disso, determina que as águas destinadas à dessedentação animal devem atender aos padrões exigidos para a Classe 3 (BRASIL, 2005).

A fim de atender à demanda global por proteína animal, a produção pecuária eficiente depende da gestão adequada da água, crucial para o bem-estar, a saúde e o desempenho produtivo dos animais. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece parâmetros de qualidade para a dessedentação, visando a sanidade e a sustentabilidade da produção.

3.6 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O esgotamento sanitário compreende um sistema integrado de infraestrutura, incluindo tubulações, instalações e equipamentos, com o objetivo de coletar, transportar, tratar e destinar adequadamente o esgoto sanitário, garantindo um processo contínuo e seguro do ponto de vista higiênico (ABNT, 1986).

A gestão do esgotamento sanitário exige análises e propostas de soluções, sobretudo quando relacionada à gestão hídrica. A deficiência dos sistemas de coleta e



tratamento de esgoto no Brasil contribui significativamente para a poluição dos corpos d'água, comprometendo seus diversos usos. O lançamento de esgoto sem tratamento adequado prejudica a qualidade da água, especialmente em áreas urbanas, podendo inviabilizar o uso dos recursos hídricos, principalmente para abastecimento humano, e afetar a saúde pública (ANA, 2017).

Resíduos líquidos ou gasosos provenientes de atividades industriais, agrícolas ou domésticas, denominados efluentes, quando descartados inadequadamente, degradam a qualidade da água e do ar (COSTA; TEIXEIRA, 2010). A água, excelente solvente, interage com o ambiente (ar e solo) através do ciclo hidrológico, dissolvendo e transportando elementos. Estima-se que cerca de 4 bilhões de metros cúbicos de contaminantes, principalmente de efluentes industriais, agrícolas, dejetos domésticos e outras fontes, atinjam o solo anualmente, contaminando a água (FREITAS et al., 2002).

O crescimento populacional acarreta o aumento na produção de efluentes ricos em matéria orgânica, frequentemente lançados diretamente em corpos hídricos. O lançamento massivo desses efluentes resulta na diminuição do oxigênio dissolvido (OD), devido ao consumo excessivo pela matéria orgânica presente, o que eleva a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e desequilibra as propriedades do corpo d'água (SILVA JUNIOR, 2024).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) mensura o oxigênio consumido por microrganismos aeróbicos na degradação da matéria orgânica em efluentes. Em contraste, a Demanda Química de Oxigênio (DQO) avalia o oxigênio necessário para a oxidação química da matéria orgânica e certos compostos inorgânicos. Concentrações elevadas de DBO e DQO podem resultar em poluição significativa, reduzindo o oxigênio disponível para a vida aquática e levando à mortalidade de peixes e outros organismos. Por outro lado, baixos níveis podem sinalizar a escassez de matéria orgânica para sustentar microrganismos aeróbicos, impactando a disponibilidade de alimentos e habitats (LEITE, 2004).

A sociedade emprega diversos utensílios e objetos cotidianamente, cuja produção demanda processos cuidadosos para evitar a contaminação ambiental pelas substâncias utilizadas. Contudo, essa prática ainda não é uma realidade generalizada, visto que muitas empresas realizam o descarte inadequado de resíduos industriais, causando prejuízos à saúde humana e aos recursos naturais (CORRÊA, 2017).



O lançamento de efluentes líquidos não tratados, originários de indústrias e esgotos sanitários, causa um grave desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos. O esgoto doméstico, ao se decompor, consome oxigênio, resultando na mortalidade de peixes. Além disso, a presença de nutrientes como fósforo e nitrogênio em altas concentrações nesses efluentes pode levar à proliferação excessiva de algas, intensificando o desequilíbrio ambiental (MORAIS; SANTOS, 2019).

Os poluentes químicos presentes em agrotóxicos e metais exercem toxicidade sobre animais e plantas aquáticas, com potencial de bioacumulação em seus organismos. Adicionalmente, as águas utilizadas em sistemas de refrigeração, ao serem descartadas, geram poluição térmica. O despejo desse efluente em rios eleva a temperatura da água, reduzindo a concentração de oxigênio e impactando a biota local (CORRÊA, 2017).

O lançamento de efluentes líquidos não tratados no ambiente representa um grave risco à saúde pública, podendo causar diversas doenças como cólera, disenteria, meningite, amebíase e hepatites A e B. Além disso, a contaminação de rios por efluentes industriais pode resultar em intoxicação por metais pesados, associada a tumores hepáticos e de tireoide, rinites alérgicas, dermatoses e alterações neurológicas (CORRÊA, 2017).

O lançamento de resíduos industriais não tratados em corpos d'água acarreta diversos impactos negativos, como a mortalidade de peixes e plantas, a redução da concentração de oxigênio dissolvido, alterações na temperatura da água e a proliferação excessiva de algas, resultando no desequilíbrio do ecossistema aquático e podendo inclusive atingir sistemas de tratamento de água para abastecimento público. Além disso, a poluição por resíduos industriais também pode ocorrer na atmosfera, por meio da liberação de gases tóxicos e partículas industriais (MORAIS; SANTOS, 2019).

A água resultante de processos industriais e domésticos, denominada água residual (ou efluente), deve ser submetida a tratamento prévio à sua devolução ao meio ambiente. Tal tratamento se faz necessário para eliminar ou controlar substâncias que possam modificar as características dos corpos hídricos receptores (BRASIL, 2011).

De modo geral, o tratamento de efluentes líquidos é realizado em estações de tratamento, onde os resíduos passam por uma série de processos físico-químicos que asseguram a segurança do descarte. Esse tratamento compreende quatro etapas principais: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário (CHAVES, 2017). No Brasil, a Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio



Ambiente (CONAMA) normatiza o lançamento de efluentes nos rios (BRASIL, 2011), e a Resolução CONAMA nº 357 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água (BRASIL, 2005).

O tratamento adequado de efluentes é fundamental para a saúde pública e a preservação ambiental, mitigando os impactos da poluição hídrica causada por sistemas de esgotamento sanitário deficientes, agravados pelo crescimento populacional e descarte inadequado de resíduos.

3.7 INDÚSTRIA

Segundo Lora (2002), a água é um elemento primordial nas indústrias. Seu uso nos processos industriais abrange desde a incorporação da água em produtos alimentícios até a limpeza de materiais, equipamentos, instalações, sistemas de refrigeração e de geração de vapor.

Devido à demanda para a realização de diversas atividades humanas, principalmente aquelas relacionadas à produção de bens de consumo a partir da transformação e do processamento de recursos naturais, as indústrias apresentam um consumo significativo de água. Dependendo do processo industrial, a água pode ser tanto matéria-prima quanto fluido de transporte, fluido de aquecimento e/ou refrigeração, ou ainda utilizada nos processos de limpeza de equipamentos, entre outros processos do setor industrial (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

De acordo com Peixoto & Bragatto (2009), a área de atividade da indústria determina o grau de qualidade da água demandada para a execução das operações no ramo específico. Os autores também apontam que uma mesma indústria pode demandar água com padrões de qualidade distintos, sendo esses níveis definidos em função de suas características físicas, químicas e biológicas. Além disso, o porte da indústria, relacionado à sua capacidade de produção, define a quantidade de água necessária para cada uso.

Os padrões de qualidade para a água industrial têm vínculo direto com sua aplicação no setor. No caso de indústrias alimentícias e farmacêuticas, por exemplo, a água deve ter um elevado grau de pureza, caso seja parte integrante do produto final ou entre em contato com as substâncias manipuladas em qualquer fase do processo. A higienização ineficaz nas indústrias alimentícias resulta em graves consequências, como os casos de doenças de origem alimentar (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

A água é de primordial relevância para o setor industrial de alimentos, demandando especial atenção às fontes de abastecimento, quanto aos requisitos para seu



tratamento, desinfecção, armazenamento e propriedades para distribuição. É empregada amplamente em todo o fluxo da indústria, como agente de higienização pessoal, do ambiente, dos equipamentos e dos instrumentais, na lavagem de carcaças, vísceras, vasilhames e outros produtos. Participa, inclusive, como matéria-prima na composição de diversos produtos comestíveis, como água de cozimento, salmouras e gelo (BRASIL, 2007).

A limitação das reservas de água doce no planeta e o aumento expressivo da demanda de água para atender, principalmente, o consumo humano, agrícola e industrial são exemplos de fatos que destacam a necessidade da adoção de estratégias que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos. Um exemplo de estratégia viável para a realidade das indústrias é a aplicação de um Programa de Conservação e Reuso de Água – PCRA (RODRIGUES, 2010).

O PCRA consiste em um conjunto de ações voltadas para a racionalização do uso da água em unidades industriais. Essas ações devem ser definidas a partir de uma análise da demanda e oferta de água, considerando os usuários e as atividades que consomem água, e levando em conta a viabilidade técnica e econômica de sua implementação. A adoção de programas de conservação e reuso de água no setor industrial traz diversos benefícios econômicos, como o aumento da eficiência produtiva, a redução do consumo de água, a diminuição do volume de efluentes gerados e a otimização de processos (FIESP/CIESP, 2002).

A qualidade da água é essencial para diversas aplicações industriais, variando conforme o setor. Para racionalizar o uso diante da crescente demanda e limitação dos recursos hídricos, o Programa de Conservação e Reuso de Água (PCRA) surge como estratégia fundamental, trazendo benefícios econômicos e ambientais.

3.8 IRRIGAÇÃO

A agricultura de sequeiro, dependente das chuvas, é vulnerável a estiagens e à distribuição irregular de precipitação, o que prejudica investimentos e produtividade. A irrigação, por sua vez, mitiga esses riscos, viabilizando maior investimento em insumos, aumento da produtividade, melhor planejamento e o estabelecimento de contratos entre produtores e outros atores da cadeia, resultando em produção escalonada e produtos de melhor qualidade (ANA, 2004).

Segundo a ANA (2004), a irrigação, ao permitir a aplicação precisa de água em quantidade e tempo adequados, melhora a qualidade dos produtos, evitando déficits e



excessos hídricos em momentos críticos. A irrigação também possibilita o plantio planejado na época mais oportuna, considerando os aspectos climáticos e as diferentes demandas hídricas das culturas, seus estágios de desenvolvimento e o tipo de produto desejado (grãos, frutas, hortaliças, etc.).

O manejo da irrigação deve considerar não só as necessidades quantitativas de água, mas também os estágios de desenvolvimento, os aspectos fisiológicos das plantas e o produto final almejado. Além disso, a aplicação direta de água no solo, viabilizada por métodos de irrigação adequados, pode otimizar o desenvolvimento de muitas culturas e a qualidade do produto final (ANA, 2004).

O planejamento para adoção e implantação de um sistema de irrigação começa com o levantamento do empreendimento, buscando identificar uma fonte de água que atenda às necessidades da cultura em quantidade e qualidade. A demanda hídrica para irrigação varia conforme a cultura, o clima, o sistema e método de irrigação, bem como o período e tempo de irrigação (ANA, 2004).

De acordo com Pozzebon et al. (2003), o cálculo tradicional da irrigação mensal considera parâmetros meteorológicos (precipitação, evapotranspiração, temperatura, umidade, radiação e vento), características da cultura (ciclo, folhagem e sistema radicular), o método de irrigação (com o gotejamento como exemplo de método eficiente) e a eficiência do uso da água (proporção da água utilizada pela planta, influenciada por evaporação, vazamentos, distribuição e percolação).

A escolha do método de irrigação deve considerar as propriedades do solo. Em grandes projetos, frequentemente se realizam levantamentos com classificação de solos para irrigação. Métodos de irrigação por superfície, por exemplo, geralmente não são recomendados para solos muito arenosos devido às altas perdas por percolação. Mesmo em projetos menores, é fundamental o levantamento das características físico-hídricas do solo para o adequado dimensionamento e manejo da irrigação (ANA, 2004).

Estudos históricos sobre armazenamento de água para atender às necessidades hídricas das plantas estabeleceram a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) como os limites máximo e mínimo de disponibilidade de água no solo, respectivamente. A partir desses limites, e considerando a profundidade do sistema radicular das plantas, é possível estimar a capacidade de armazenamento de água disponível no solo. A água disponível (AD) é a diferença entre a Capacidade de Campo



(CC) e o Ponto de Murcha Permanente (PMP) e representa a faixa de umidade do solo onde a água está disponível para as plantas (BARBIERI et al., 2017).

A topografia é um fator crucial na escolha do método de irrigação. A irrigação superficial exige terrenos quase planos, com declividade inferior a 5%. A aspersão pode ser utilizada em áreas com até 20% de declive, enquanto o gotejamento suporta declives de até 60%. O clima, especialmente a intensidade e frequência dos ventos, também é significativo, afetando a distribuição da água e aumentando as perdas por evaporação na irrigação por aspersão (ANA, 2004).

As características das culturas podem restringir o uso de certos métodos de irrigação. Hortaliças, por exemplo, geralmente não se beneficiam da aspersão, pois o microclima resultante favorece o desenvolvimento de doenças. A cultura do arroz, por outro lado, apresenta bons resultados com a inundação, método amplamente utilizado em sua produção. Além disso, fatores econômicos, culturais e tradições influenciam as preferências dos agricultores por determinados métodos de irrigação (ANA, 2004).

A qualidade da água é um aspecto de grande relevância na agricultura irrigada, pois afeta o sistema de irrigação, a cultura, a qualidade do produto, o irrigante e as propriedades do solo. Embora o Brasil geralmente apresente águas superficiais de boa qualidade para irrigação, observa-se uma crescente degradação de rios, reservatórios e lagos, devido, por exemplo, ao lançamento de efluentes industriais, esgotos sanitários e resíduos da pecuária intensiva (como a suinocultura), o que pode comprometer o uso dessas fontes hídricas para irrigação (ANA, 2004).

Segundo Pozzebon et al. (2003), a agricultura irrigada apresenta benefícios essenciais para o desenvolvimento econômico e social, abrangendo a geração de empregos e renda, a sustentabilidade econômica e ambiental, além do combate à fome e à desigualdade social. Contudo, para que a irrigação atinja seus objetivos, é crucial que seja praticada em conformidade com a legislação ambiental, assegurando o uso adequado dos recursos naturais e garantindo sua disponibilidade para as gerações futuras.

Essencial para aprimorar a produção agrícola e mitigar riscos climáticos, a irrigação exige gestão integrada que considere água, culturas, solo, topografia, método de irrigação, legislação ambiental e demais aspectos relevantes. Isso resulta em otimização do uso da água, melhoria da qualidade dos produtos, planejamento do plantio e estabilidade econômica, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade.



3.9 MINERAÇÃO

A mineração, que abrange desde a pesquisa e exploração até a extração e o beneficiamento de minérios, consiste na extração de substâncias minerais com valor econômico. Essa atividade econômica e industrial fornece matéria-prima essencial para diversos produtos e recursos, como computadores, cosméticos, estradas e estruturas metálicas, sendo, portanto, indispensável para o desenvolvimento socioeconômico do país (BARBOSA NETA, 2020).

A mineração, essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento humano, é considerada atividade de utilidade pública. Sais minerais, metais e compostos metálicos são vitais para a vida e presentes em diversas áreas, desde a agricultura (fertilizantes) e o saneamento básico até construções, infraestrutura viária, produtos elétricos e eletrônicos, transporte e comunicação. Em suma, a disponibilidade de bens minerais é fundamental para o desenvolvimento econômico e social com qualidade ambiental (BARBOSA NETA, 2020).

A quantidade de água consumida na mineração é influenciada por diversos fatores, como o tipo de mineral extraído, as tecnologias empregadas nos processos de lavra e beneficiamento e o volume de produção. Em alguns casos, a totalidade da água captada é consumida, resultando na redução das vazões naturais dos rios a jusante do ponto de captação (GHELLI, 2014).

As principais atividades que utilizam ou impactam o manejo de água na mineração incluem o processo de lavra (como o desmonte hidráulico), a drenagem de mina, o rebaixamento do lençol freático para fins de mineração, a umectação de pátios de estocagem e o controle de poeira em vias de circulação, a lavagem de equipamentos, o beneficiamento e a lavagem de minério, os processos de flotação e concentração, as obras, a disposição de rejeitos e o controle/tratamento dos efluentes gerados nas etapas anteriores e, em alguns casos, o transporte de minérios (IBRAM, 2024).

As águas superficiais são geralmente preferidas para o beneficiamento mineral devido à sua acessibilidade e menor presença de contaminantes, o que otimiza processos como a flotação. Águas subterrâneas são utilizadas em locais com abundância desse recurso, mas com escassez ou restrições ambientais para o uso de águas superficiais. Sua obtenção (por poços, galerias, canais, drenos e sumps) pode ter custo mais elevado. Idealmente, busca-se o "descarte zero" com a reciclagem total da água já utilizada (ANA, 2006).



Quando a qualidade da água da mina é comprometida, o tratamento eficaz se torna necessário para minimizar a contaminação. No entanto, a prevenção ou redução da contaminação é ainda mais crucial. Para isso, é fundamental considerar que a contaminação resultante das atividades de mineração está intrinsecamente ligada aos métodos de lavra, à contribuição de águas (superficiais e subterrâneas) e ao tratamento dessas águas (GHELLI, 2014).

O sucesso de uma operação de mineração depende, em grande parte, da forma como suas interações com a água são gerenciadas. Frequentemente, a viabilidade técnica e econômica da lavra está condicionada ao conhecimento adequado do contexto hidrológico local e ao planejamento das ações hidrológico-mineiras, que se tornam mais eficientes e de menor custo quanto mais cedo forem iniciadas (ANA, 2006).

As atividades de mineração são dinâmicas, sujeitas a variações no teor do minério e nos preços das *commodities*, o que implica mudanças nas características físicas da mina. Portanto, o sistema de gerenciamento de águas deve ser flexível para responder a essas variações. Seus principais objetivos são garantir o suprimento confiável de água (em quantidade e qualidade) para a lavra e o processamento mineral e cumprir a legislação ambiental (OLIVEIRA; LUZ, 2001).

A mineração, atividade essencial para o desenvolvimento socioeconômico e presente em diversas áreas da vida humana, demanda um gerenciamento hídrico complexo e abrangente. O consumo de água na mineração, influenciado por diversos fatores, impacta diretamente os recursos hídricos, exigindo um controle rigoroso das atividades que utilizam ou afetam o manejo da água, desde a lavra até o tratamento de efluentes.

3.10 OBRAS HIDRÁULICAS

As obras hidráulicas desempenham um papel fundamental na organização e no desenvolvimento das sociedades desde os tempos antigos. Elas abrangem uma vasta gama de intervenções que visam o controle, o aproveitamento e a gestão dos recursos hídricos, impactando diretamente diversos aspectos da vida humana, desde a produção de alimentos até a geração de energia e a proteção contra desastres naturais (MIGLIOZZI, 2020).

As obras hidráulicas, que compreendem diversas intervenções para controle, aproveitamento e condução da água, têm sido utilizadas pela humanidade desde tempos remotos para atender necessidades como consumo, irrigação, geração de energia e



controle de cheias. Fundamentadas em princípios da física, como a mecânica dos fluidos, a hidrostática e a hidrodinâmica, essas obras são cruciais para o desenvolvimento socioeconômico, influenciando a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental (MIGLIOZZI, 2020). A diversidade de obras hidráulicas é ampla, abrangendo diferentes finalidades e escalas.

Em resumo, as obras hidráulicas são infraestruturas vitais para o desenvolvimento social e econômico, proporcionando benefícios em diversas áreas. No entanto, é crucial que sejam planejadas e executadas de forma responsável, considerando os aspectos ambientais e buscando a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos (MIGLIOZZI, 2020).

Obras hidráulicas, cruciais para o desenvolvimento socioeconômico e qualidade de vida através do controle, aproveitamento e condução da água, demandam planejamento e execução responsáveis, priorizando a sustentabilidade e a mitigação de impactos ambientais para assegurar o uso equilibrado dos recursos hídricos.

3.11 OUTRAS

Conforme consta na metodologia do manual, visando otimizar o tratamento dos dados e considerando a ausência de usinas termoelétricas no estado, algumas categorias de uso de recursos hídricos foram agrupadas. Especificamente, as categorias "Aquicultura em Tanque Escavado" e "Aquicultura em Tanque Rede" foram unificadas sob o termo "Aquicultura". Da mesma forma, "Mineração – Extração de Areia e Cascalho em Leito de Rio" e "Mineração – Outros Processos Extrativos" foram consolidadas como "Mineração".

Dessa forma, o processo de tabulação e tratamento de dados, com o objetivo de analisar a consistência dos dados de finalidade das outorgas de recursos hídricos no Tocantins, disponíveis no sistema CNARH40, considerou as seguintes categorias: "Abastecimento Público", "Aproveitamento Hidroelétrico", "Aquicultura", "Consumo Humano", "Criação Animal", "Esgotamento Sanitário", "Indústria", "Irrigação", "Mineração", "Obras Hidráulicas", "Outras", "Reservatório/Barramento" e "Serviços". A categoria "Outras" abrange as finalidades não especificadas ou não classificadas nas demais opções.



3.12 RESERVATÓRIO/ BARRAMENTO

Uma barragem é definida como uma estrutura construída para acumular água ou conter substâncias líquidas e sólidas. Sua construção acompanha a história da humanidade por milhares de anos, viabilizando atividades essenciais como agricultura e pecuária, além da fundação e crescimento de cidades e civilizações (ANA, 2021).

As barragens apresentam grande variedade de tipos e tamanhos, desde pequenas represas para uso local até estruturas de grande porte com múltiplas finalidades. Uma classificação comum as divide em convencionais, erguidas antes da operação, e de rejeitos, cuja construção ocorre em etapas durante a fase operacional (ANA, 2021).

Uma barragem convencional é constituída por elementos essenciais, como a estrutura de retenção (barramento), sua fundação, as ombreiras, a área adjacente a jusante, as estruturas de extravasão, as estruturas de adução e o reservatório. O barramento, construído transversalmente ao leito do rio, juntamente com a fundação e as ombreiras, retém a água. Sua execução pode envolver diversas técnicas e materiais, como aterro (composto por terra, enrocamento ou rejeitos), concreto (convencional, ciclópico ou compactado a rolo) e alvenaria, entre outros (ANA, 2021).

O barramento comumente apresenta formato trapezoidal, onde o lado maior corresponde ao contato com o terreno natural (fundação). Os lados inclinados são os taludes ou paramentos, enquanto o lado menor é o coroamento ou crista da barragem. A porção do barramento em contato com a água é o paramento (ou talude) de montante, e o oposto, do lado contrário à água, é o paramento (ou talude) de jusante (ANA, 2021).

No Brasil, a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei n.º 12.334/2010, visa assegurar padrões de segurança, buscando prevenir ou mitigar acidentes e desastres e seus impactos. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) atuam na implementação da PNSB. A legislação atribui ao empreendedor a obrigação de zelar pela segurança e manutenção da estrutura, enquanto o poder público é responsável pela fiscalização (ANA, 2021).

Diversos instrumentos contribuem para a implementação da PNSB, entre eles: a) Classificação quanto ao Risco (CRI) e ao Dano Potencial Associado (DPA); b) Plano de Segurança da Barragem, incluindo o Plano de Ação de Emergência (PAE); c) Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); d) Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sisnama); e) Cadastro Técnico Federal de



Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; f) Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; e g) Relatório de Segurança de Barragens (RSB) (SILVA, E.; SILVA, M., 2020).

A segurança de barragens é um processo contínuo, desde a concepção até o descomissionamento, abrangendo planejamento, projeto, construção e operação. A área de impacto direto e indireto da barragem, em caso de colapso, deve ser sempre considerada, pois as consequências para a saúde pública e o bem-estar transcendem os limites geográficos, com efeitos de longo prazo, de difícil gestão e avaliação (SILVA, E.; SILVA, M., 2020).

A fiscalização das barragens no Brasil é realizada por diferentes órgãos, conforme o uso principal e a jurisdição sobre o corpo d'água. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fiscaliza as barragens para geração de energia hidrelétrica; o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e os órgãos ambientais estaduais fiscalizam as de resíduos industriais; a Agência Nacional de Mineração (ANM) fiscaliza as de mineração; e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) supervisiona as de rejeitos nucleares (SILVA, E.; SILVA, M., 2020). Quanto ao domínio do corpo d'água, a ANA fiscaliza as barragens em rios de domínio da União, e os órgãos gestores estaduais fiscalizam as de rios estaduais ou distritais (ANA, 2021).

As principais causas de rompimento de barragens estão associadas a problemas de fundação, capacidade insuficiente dos vertedouros, instabilidade dos taludes, processos erosivos, deficiências no controle e inspeção pós-operação, e ausência ou inadequação de procedimentos de segurança durante o ciclo de vida da estrutura (SILVA, E.; SILVA, M., 2020).

As barragens oferecem múltiplos benefícios, impulsionando o desenvolvimento do país por meio da geração de energia sustentável, abastecimento de água, irrigação, dessedentação animal, navegação, lazer e contenção de enchentes. Contudo, para que esses benefícios sejam usufruídos sem riscos à população, à economia e ao meio ambiente, é imprescindível garantir a segurança e a conservação das estruturas, além de promover a conscientização sobre o tema (ANA, 2021).

As barragens desempenham um papel crucial na sociedade, oferecendo uma gama de benefícios que abrangem desde o abastecimento de água até a geração de energia. Ao longo da história, essas estruturas milenares têm sido essenciais para o desenvolvimento



de diversas atividades humanas, impactando positivamente a agricultura, a indústria e o bem-estar da população.

3.13 SERVIÇOS

Conforme consta na metodologia do manual, visando otimizar o tratamento dos dados e considerando a ausência de usinas termoelétricas no estado, algumas categorias de uso de recursos hídricos foram agrupadas. Especificamente, as categorias "Aquicultura em Tanque Escavado" e "Aquicultura em Tanque Rede" foram unificadas sob o termo "Aquicultura". Da mesma forma, "Mineração – Extração de Areia e Cascalho em Leito de Rio" e "Mineração – Outros Processos Extrativos" foram consolidadas como "Mineração".

Dessa forma, o processo de tabulação e tratamento de dados, com o objetivo de analisar a consistência dos dados de finalidade das outorgas de recursos hídricos no Tocantins, disponíveis no sistema CNARH40, considerou as seguintes categorias: "Abastecimento Público", "Aproveitamento Hidroelétrico", "Aquicultura", "Consumo Humano", "Criação Animal", "Esgotamento Sanitário", "Indústria", "Irrigação", "Mineração", "Obras Hidráulicas", "Outras", "Reservatório/Barramento" e "Serviços". A categoria "Serviços" abrange as finalidades não especificadas ou não classificadas nas demais opções.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou a importância crucial da análise de consistência dos dados do CNARH40 para a gestão eficaz dos recursos hídricos no Tocantins. A metodologia utilizada, que abrangeu a extração, tabulação, tratamento e importação de dados, possibilitou a identificação e correção de inconsistências nas finalidades de uso das outorgas. Essa ação contribuiu diretamente para aprimorar a qualidade das informações presentes no sistema, assegurando dados mais confiáveis para a tomada de decisões.

A iniciativa representa um avanço significativo rumo a uma gestão mais precisa e transparente dos recursos hídricos. Ao corrigir inconsistências e melhorar a qualidade dos dados no CNARH40, o estudo assegura a confiabilidade das informações para a implementação de políticas públicas eficazes e para o planejamento estratégico da gestão das águas no Tocantins.



A produção deste manual de estudos materializa o esforço de disseminação do conhecimento gerado pela pesquisa, desempenhando um papel fundamental na capacitação técnica dos profissionais do Naturatins. O manual fornece o suporte teórico necessário para aprimorar a operação da plataforma CNARH40 e o tratamento de dados. Ao consolidar a expertise dos técnicos, a iniciativa contribui para a otimização da eficiência e precisão das ações executadas, impactando positivamente a gestão dos recursos hídricos no estado.

Por fim, a análise realizada e o produto gerado reforçam a necessidade de um monitoramento contínuo da qualidade dos dados do CNARH40. A consistência das informações é um pilar fundamental para a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos e para a garantia da oferta desse serviço público à sociedade. Investir na capacitação técnica dos profissionais e no aprimoramento constante dos processos de coleta e tratamento de dados é essencial para assegurar a efetividade do sistema de outorgas e, conseqüentemente, a preservação e o uso racional dos recursos hídricos no Tocantins.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO-ANA. **Entenda o relatório de segurança de barragens: versão síntese**. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/RSB_LinguagemSimples>. Acesso em 22 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO-ANA. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Brasília: ANA, 2006. 334p. Disponível em: <https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/3797>. Acesso em: 31 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO-ANA. **Agricultura irrigada e uso racional da água**. Brasília: ANA, 2004. 30p. Disponível em: <https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/2128>. Acesso em: 31 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO-ANA. **Atlas de Esgoto – Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017. 80p. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.cnj.jus.br/jspui/handle/123456789/500>>. Acesso em 22 dez. 2024.

AMARAL, L. A. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, n.4, p.510-514, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1986.



Disponível em: <https://allevanteducacao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/%5BDEFINITIVO%5D%20SISTEMAS%20DE%20ESGOTO%20SANIT%C3%81RIO%20M%C3%93DULO%202/NBR_9648_Estudos_de_Concepcao_de_Sistema.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2024.

BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; OLIVEIRA, T.; TIEPPO, R.C.; ARAÚJO, D.V. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo para a microrregião da BAP, MT, **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. Anais do Simpósio Interdisciplinar de Práticas de Produção Agrícola e Conservação Ambiental - Jan - v.8 - n.1, 2017.

BARBOSA NETA, I. C. **Inovação tecnológica na mineração: aspectos burocráticos para mineração no Tocantins**. 2020. 179f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Palmas, 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450>. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408p. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2024.

BRASIL. **Manual de procedimentos para implantação de estabelecimentos industrial de pescado: produtos frescos e congelados**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Brasília: MAPA: SEAP/PR. 2007. 116p. Disponível em: <<https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2022/08/Manual-de-Procedimento-para-Implantacao-de-Estabelecimentos-de-Pescado.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2024.

BRASIL. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, DF, 2012. 128p. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2024.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20e,Nacional%20do%20Meio%20Ambiente%2DCONAMA>>. Acesso em: 23 dez. 2024.

CALIL, R. C. C.; ARRUDA, S. L. S. Discussão da pesquisa qualitativa com ênfase no método clínico. In: GRUBTS, S.; NORIEGA, J. A. V. (Orgs.). **Método qualitativo: epistemologia, complementaridades e campos de aplicação**. São Paulo: Vetor, 2004.



CERQUEIRA, M. M. O.; PICININ, L. C. A.; FONSECA, L. M.; SOUZA, M. R.; LEITE, M. O.; PENNA, C. F. A. M. Qualidade da água e seu impacto na qualidade microbiológica do leite. In: MESQUITA, A. J.; DURR, J. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. Goiânia: Talento, 2006. p. 273-290.

CHAVES, T. F. Uma análise dos principais impactos ambientais verificados no Estado de Santa Catarina. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 611-634, out.2016/mar. 2017.

CORRÊA, A. Aspectos a Impactos Ambientais: Efluentes Industriais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 05. Ano 02, Vol. 01. p.807-825, jul. 2017.

COSTA, D. J. L. TEIXEIRA, D. Aplicação do modelo de autodepuração para avaliação da qualidade da água do Ribeirão do Ouro, Araraquara-SP. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 13, n. 1, 2010.

DIAS, M. **Qualidade da água e desempenho de bovinos**. Informe técnico – Macal Nutrição Animal. 2006. 5p. Disponível em:<<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/874/4150-12695-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ENGIE. **Brasil tem três das dez maiores hidrelétricas do mundo**. 2020. Disponível em:< <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/brasil-tem-tres-das-dez-maiores-hidreletricas-do-mundo/#:~:text=Das%20dez%20maiores%20hidrel%C3%A9tricas%20do%20planeta%2C%20tr%C3%AAs%20s%C3%A3o%20brasileiras%3A%20Itaipu,consider%C3%A1vel%20de%20usinas%20desse%20tipo>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- FIESP/ CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO CIESP. FIESP/CIESP. **Conservação e Reúso de Água: Manual de orientações para o setor industrial**. São Paulo, Volume 1. 2002. Disponível em:<<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2406522>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

FLAMENBAUM, I.B. **Resultados da implementação do sistema de resfriamento em vacas**. 2015. Disponível em:< <https://www.milkpoint.com.br/colunas/cowcooling/perspectivas-apos-seis-anos-de-implementacao-de-sistema-de-resfriamento-intensivo-225431/>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action**. Rome: FAO, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 07 nov. 2024.



FREITAS, V. P.S.; BRÍGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 61(1):51-58, 2002.

GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

GHELLI, C.A. **Gestão dos recursos hídricos na atividade mineral**. 2014. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Engenharia de Minas, Catalão, 2014.

GREIF, S. **Consequências da pecuária para o meio ambiente**. 2006. 2p. Disponível em: <<http://www.guiavegano.com.br/vegan/forum/meioambiente>>. Acesso em 30 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Perspectivas e avanços da gestão de recursos hídricos na mineração**. Brasília: ANA: IBRAM, 2024. 306 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/102485. Acesso em: 24 dez. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial**. 2. ed. (revisada e ampliada). Rio de Janeiro, p.464, 2018.

LEITE, A. E. B. **Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBahia**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

LIMA, A.L.F.; LIMA, E. C.P.; FERREIRA, F.A.; MONTES, I.A.; SOUZA, M.A.F.; FELICIANO, M.M.; PIMENTEL, N. **HIDRELÉTRICA: EFICIÊNCIA NA GERAÇÃO. E-book “Innovate: Engenharia Elétrica e de Computação”**. 2023. 76 f. Disponível em: <<https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/innovate-engenharia-eletrica-e-de-computacao>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

LOPES, J. C. O. **Técnico em agropecuária: piscicultura**. Florianópolis: EDUFPI, 2012. 80p. Disponível em: <<https://ifpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads/sites/46/2013/06/Piscicultura.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2024.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. 2º ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002, v.1, 481p.

MANUEL, P.; LEITÃO, A.A.; BOAVENTURA, R.A.R. Qualidade da Água para Consumo Humano na Cidade do Uíge (Angola): Água Tratada do Sistema de Abastecimento Público e Água não Tratada de Fontes Alternativas. **Revista Internacional em Língua Portuguesa**, 2018, Nº33, Ciências da Saúde e Tecnologia, p. 75-93.

MARIA, N.; ALBERTO, D. A importância da água na produção de ovos. **Revista Plantar**, n.27, p.34-35. 2009.



MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde.** (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2010.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. “**Água na indústria – Uso racional e reuso**”. Oficina de Textos. São Paulo, 2005. 144 p. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001458680>>. Acesso em: 22 dez. 2024.

MIGLIOZZI, J.S. **Obras hidráulicas para o progresso da América Latina.** Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), 2020. Disponível em: <<https://www.caf.com/pt/blog/obras-hidraulicas-para-o-progresso-da-americalatina/#:~:text=Uma%20das%20medidas%20mais%20eficazes,que%20significa%2C%20barragens%20e%20reservat%C3%B3rios>>. Acesso em: 22 dez. 2024.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 215, p. 40-55, jan./mar. 2019.

MORAIS, W.A; SALEH, B.B.; ALVES, W.S.; AQUINO, D.S. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil.** Cadernos Saúde Coletiva, 2016, Rio de Janeiro, 24 (3): 361-367.

NATURATINS. **Portaria N° 413 de 25 de agosto de 2014.** Palmas, TO, 2014. Instituto Natureza do Tocantins, 2014. Disponível em: <<https://doe.to.gov.br/diario/2614/download>>. Acesso em: 22 de dez. 2024.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa.** Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

OLIVEIRA, A. P. A.; LUZ, A. B. **Recursos hídricos e tratamento de águas na mineração.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. (Série Tecnologia Ambiental, 24).

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-OECD; ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA-FAO; Organisation For Economic Co-Operation And Development; Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **OECD Publishing.** Paris. 2015.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013. 6p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 102).

PEDROZA FILHO, M. X.; BARROSO, R. M.; FLORES, R. M. V. **Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Tocantins.** Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 65p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 5).

PEIXOTO, L.S.; BRAGATTO, A. M.M. Otimização do uso da água na indústria como instrumento de gestão. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2009.



PORTO, A.A.L.; OLIVEIRA, A.M.; FAI, A.E.C.; STAMFORD, T.L.M. Coliformes em água de abastecimento de lojas fast-food da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 16(5):2653-2658, 2011.

POZZEBON, E.J.; CUNHA, P.; CAVALCANTE, A.C.; CARRARI, E.; SILVA, L.M.C. Demanda hídrica para agricultura irrigada e sua influência nas análises de pedidos de outorga de direito de uso da água. In: XV SBRH - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2003, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 2003.p20.

REZENDE, F. P.; BERGAMIN, G. T. Implantação de piscicultura em viveiro escavados e tanques-rede. In: RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, D. K.; TORATI, L. S.; SANTOS, V. R. V. (Org.). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap.4, p.109-139.

RODRIGUES, C.A. **A importância do tema água na indústria de alimentos: Uma proposta de conscientização de reutilização, redução e reciclagem**. 2010. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, 2010.

SALAMONI, S. S.; DELLA, P. J.; BACK, J. A. Avaliação das perdas na distribuição das perdas na distribuição de água: Estudo de caso em São Bento baixo, Nova Veneza-SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 20, 2014.

SANTOS, A. L. **P.O potencial hidráulico e seu aproveitamento nas usinas hidrelétricas**.2015. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, 2009.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA-SEAGRO. **Situação da aquicultura tocantinense**. 2018. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/114990>. Acessado em: 10 nov. 2024.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL-SENAR. **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. Brasília: SENAR, 2017. 64p. (Coleção SENAR, 195).

SHUBO, T. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana**. Dissertação (Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA JUNIOR, A. I.G. Impactos causados pelos lançamentos de efluentes em corpos hídricos. **Revistaft**. Engenharias, Volume 28 – Edição 135/jun 2024.

SILVA, E.L.; SILVA, M.A. Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública. **Saúde debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. especial 2, p. 242-261, julho 2020.



SILVA, J. J. L. S. **Impactos do desenvolvimento do potencial hidroelétrico sobre os ecossistemas aquáticos do rio Tocantins**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 2007.

SILVA, R.L.B.; BARRA, C.M.; MONTEIRO, T.C.M.; BRILHANTE, O.M. **Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, 18(6):1599-1607, 2002.

SOUZA, M.C.; NUNES, T.C.O.; ACSELRAD, M.V. A evolução do processo de regularização dos usos da água no Estado do Rio de Janeiro a partir da adesão ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH (2007-2017). In: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2017.

TAVARES, J. E. **Água: uso de bebedouros e sua influência na produção de bovinos em pasto**. Cadernos de Pós-Graduação da FAZU, Uberaba, v.2, 2012.

TERASSAKA, C.; VIGNOLI, I.S.; LOPES, J.; FATTORI, P. **Sistemas de Abastecimento de Água**. 2014. 11 p. Trabalho sobre Sistemas de Abastecimento de Água da Disciplina de Engenharia Civil Integrada do Nono Semestre de Engenharia Civil da Universidade Paulista – UNIP, Araçatuba, 2014. Disponível em: <https://engenhariacivilunip.weebly.com/uploads/1/3/9/9/13991958/sistema_de_abastecimento_de_gua.pdf>. Acesso em 22 dez. 2024.

VALENTI, W. C. Agricultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12., 2002, Vila Real, Portugal. **Anais...** Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002. p. 111-118.

ZULPO, D.L.; PERETTI, J.; ONO, L.M.; GARCIA, J.L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, 2006; 27(1):107-110.

