



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

CARLOS VITOR DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS DE RECREAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO SOBRE A BALNEABILIDADE DO RIO AMAZONAS,
MACAPÁ, AMAPÁ**

MACAPÁ
2024

CARLOS VITOR DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS DE RECREAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO SOBRE A BALNEABILIDADE DO RIO AMAZONAS,
MACAPÁ, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Ciências Ambientais, como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Géssica Zila Batista dos
Santos

MACAPÁ
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

P436a Pereira, Carlos Vitor dos Santos.

Avaliação da qualidade da água em áreas de recreação: um estudo de caso sobre a balneabilidade do rio Amazonas, Macapá, Amapá / Carlos Vitor dos Santos Pereira. - Macapá, 2024.

1 recurso eletrônico.

33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais, Macapá, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Karina Cardoso Valverde.

Coorientadora: Profa. Dra. Géssica Zila Batista dos Santos.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Coliformes fecais. 2. Indicador microbiológico. 3. Lazer. I. Valverde, Karina Cardoso, orientadora. II. Santos, Géssica Zila Batista dos, coorientadora. III. Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

CDD 23. ed. – 574

PEREIRA, Carlos Vitor dos Santos. **Avaliação da qualidade da água em áreas de recreação**: um estudo de caso sobre a balneabilidade do rio Amazonas, Macapá, Amapá. Orientadora: Profa. Dra. Karina Cardoso Valverde. Coorientadora: Profa. Dra. Géssica Zila Batista dos Santos. 2024. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2024.

CARLOS VITOR DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS DE RECREAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO SOBRE A BALNEABILIDADE DO RIO AMAZONAS,
MACAPÁ, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Ciências Ambientais, como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Data de aprovação: 06/11/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde - Orientadora
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Prof^a. Dr^a. Géssica Zila Batista dos Santos - Coorientadora
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Prof. Dr. Arialdo Martins da Silveira Júnior - Avaliador
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Prof^a. Dr^a. Julieta Bramorski - Avaliadora
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha mãe, por seu amor incondicional, apoio em todos os momentos e por ser minha maior inspiração de força e determinação.

Ao meu pai, agradeço por sua dedicação, por sempre acreditar no meu potencial e por me ensinar a importância da perseverança.

À minha coorientadora, pelo carinho e pela disponibilidade pelas contribuições feitas durante este percurso.

À minha orientadora, expresso minha profunda gratidão pela orientação, paciência e pelo vasto conhecimento compartilhado. Seu comprometimento e atenção foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, me encorajando a sempre buscar a excelência. Sua orientação foi fundamental para que este projeto pudesse ser realizado com sucesso.

Ao Paulo, técnico do Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental, do curso de Ciências Ambientais, por ter me auxiliado em todos os processos de análise das amostras obtidas no trabalho.

Aos meus amigos, Marcus Brito e Stefhani Laura, pelo carinho e pelo apoio constante para que eu nunca desistisse.

Não posso deixar de agradecer a minha amiga, Sara Vitória, que sempre esteve ao meu lado nos dias mais difíceis e alegres, sempre me incentivando e me apoiando constantemente. Sua amizade e companheirismo foram essenciais para minha evolução acadêmica.

A todos vocês, meu sincero obrigado!

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS DE RECREAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A BALNEABILIDADE DE MACAPÁ (AP)

Autor: Carlos Vitor dos Santos Pereira

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Géssica Zila Batista dos Santos

Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais

Macapá, 06 de novembro de 2024

RESUMO

O saneamento básico é um fator essencial para a saúde pública, sendo um direito garantido pela constituição brasileira por assegurar a qualidade de vida e impedir a proliferação de doenças. Mas a crescente urbanização e o consumismo humano desenfreado acarretam problemas ao meio socioambiental e à saúde pública, que em determinadas cidades a infraestrutura do saneamento básico precária não é capaz de solucionar. O esgoto consiste, principalmente, de resíduos orgânicos, descargas sanitárias e de atividades domésticas, onde o seu despejo irregular nos rios está, diretamente, relacionado à saúde, já que pode alterar as propriedades físico-químicas e biológicas da água, podendo ocasionar a eutrofização. Além disso, pode causar doenças de veiculação hídrica em populações de cidades ribeirinhas, como Macapá, na qual os indivíduos que utilizam do Rio para a recreação são afetados significativamente. Balneabilidade refere-se à qualidade da água em que é realizado o lazer de contato primário, como por exemplo a natação e o mergulho. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as condições de balneabilidade em três regiões da orla do município de Macapá (AP): praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro. Foram realizadas coletas durante 5 semanas consecutivas, entre 26/08 e 23/09/2024 e os parâmetros de qualidade da água avaliados foram: cor verdadeira, turbidez, pH e *Escherichia coli* (*E. coli*). Em uma comparação entre os resultados obtidos nas análises da qualidade da água e os valores previstos para os parâmetros de qualidade pela legislação vigente, observou-se que a cor verdadeira ultrapassou o limite estabelecido em 100% dos pontos amostrados. Também se observou um alto índice do indicador microbiológico de coliformes fecais (*E. coli*) em todos os pontos de coleta. No entanto, a turbidez e o pH estão de acordo com os valores previstos pela legislação. Conclui-se que os locais utilizados para recreação na praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro são considerados impróprios para as atividades, já que não atendem a todos os critérios exigidos pelas Resoluções CONAMA nº. 274/2000 e nº. 357/2005, sobretudo os microbiológicos.

Palavras-chave: Coliformes fecais; Indicador microbiológico; Lazer; Qualidade da água; Saneamento básico.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AP: Amapá

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA: Fundação Nacional da Saúde

LABQSAMB: Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental

OMS : Organização Mundial da Saúde

PAC: Programa de Aceleração do Crescimento

SEMA: Secretaria do Estado do Meio Ambiente

UV: ultravioleta

%: porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação das áreas de estudo no município de Macapá-AP....	19
Figura 2: Local de coleta na praia da Fazendinha	20
Figura 3: Local de coleta na orla do Santa Inês	21
Figura 4: Local de coleta na orla do Perpétuo Socorro	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Metodologia da análise de água	22
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de qualidade da orla do Santa Inês	23
Tabela 2: Parâmetros de qualidade da orla do Perpétuo Socorro	23
Tabela 3: Parâmetros de qualidade da orla do Perpétuo Socorro	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 SANEAMENTO	10
1.1.1 Saneamento em Macapá	11
1.2 ESGOTO	12
1.2.2. Problemas Relacionados ao Lançamento de Esgoto em Corpos Receptores	13
1.3. RIO AMAZONAS	14
1.4. PARÂMETROS DE QUALIDADE	16
1.5 BALNEABILIDADE	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 ÁREA DE ESTUDO	19
3.2. COLETA DAS AMOSTRAS	19
3.3 ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

1.1 Saneamento

O saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição do Brasil (Brasil, 1988) e representa uma ferramenta estratégica fundamental para a melhoria da qualidade de vida da população. Além de ser crucial para a preservação da saúde da população, desempenha um papel vital na sustentabilidade dos nossos rios, que atualmente sofrem com o despejo diário de grandes quantidade de resíduos nas águas (Brasil, 2020).

Considera-se que o saneamento é um instrumento muito importante que prevê e ameniza os impactos socioambientais e preserva o meio ambiente, além de promover a saúde pública (Reis; Pontes, 2019). Existem indícios do surgimento de adversidades ocasionados pela falta do tratamento de água e esgoto, gerando ameaças à saúde pública e expandindo a desigualdade social, sendo as classes de baixa renda as mais afetadas com a poluição de recursos hídricos, poluição urbana e a improdutividade do local devido a insalubridade construída pelo meio (Gonçalves *et al* [s.d]; Laranjeira, 2021).

Cerca de 2,3 bilhões de pessoas em todo o mundo (30% da população global), ainda não possuem acesso a sistemas de saneamento adequados, a maioria sendo moradores de áreas rurais ou pessoas de baixa renda, que estão em contato com o lançamento de esgoto diretamente em corpos d'água (Figueiredo, 2019; WHO/UNICEF, 2017).

Entretanto, no Brasil, a visão do saneamento básico como um fator importante se intensifica com o novo Marco Legal do Saneamento Básico, disposto na Lei n°. 14.026/2020 (Brasil, 2020), que aponta diretrizes de aplicação nacional com a busca pela melhoria e universalização dos acessos ao serviço de saneamento básico. Caracteriza, ainda, a importância dos serviços de qualidade a todos os cidadãos, independentemente de sua localização geográfica e condição econômica, e observa o saneamento como um ponto-chave para a promoção da saúde pública (Coutinho, 2021).

No entanto, é notória a falta de execução desta Lei, especialmente na região norte do Brasil, visto que de acordo com os últimos dados do Instituto Trata Brasil (ITB), 37,6% da população dessa região não possui acesso à água (ITB, 2022a). Em

Macapá (AP) esse percentual aumenta para 45,6% da população (ITB, 2022b). Nesse contexto, a problemática relacionada à coleta de esgoto se torna ainda pior, pelo fato de que 93,3% da população não possui coleta de esgoto.

Estima-se que a renda mensal de brasileiros que não possuem saneamento é de apenas 486 reais (ITB, 2021), sendo as pessoas de baixa renda mais vulneráveis à exposição de doenças e contaminação. Logo, se evidencia que as pessoas que não possuem acesso a um sistema de saneamento básico, majoritariamente, são aquelas que estão na linha da pobreza e, conseqüentemente, em condições de vulnerabilidade social (Viegas; Penna, 2015).

Entre 2007 e 2018, o governo federal destinou cerca de R\$34 bilhões para ações de saneamento, principalmente por meio do PAC, o maior programa do setor desde o fim do Planasa em 1991. Apesar disso, os resultados foram modestos: com apenas 20% de execução orçamentária, a cobertura de água passou de 80,9% para 83,5%, e a de esgoto, de 42% para 52% até 2017. Isso deixou quase 20 milhões de pessoas sem água e mais de 100 milhões sem acesso a esgotamento, além de muitas obras inacabadas. Portanto, considera-se que o programa de saneamento no Brasil é escasso e é apresentada a ideia de que o investimento não é o suficiente para suprir as demandas as quais a população exige (Sousa; Gomes, 2020).

1.1.1 Esgotamento sanitário em Macapá

A população, em sua maioria, deseja viver na capital dos estados em que moram, por estar próximo ao centro e às ofertas de emprego advindas do grande e contínuo processo de capitalização da cidade. Com o crescimento populacional, isso vem se tornando um problema que afeta o meio ambiente ao redor. A urbanização traz consigo grandes efeitos poluentes oriundos do mercado e do consumismo humano, um fator agravante à saúde pública e ao meio socioambiental, em que nem sempre a infraestrutura é capaz de atender a demanda (Marinho; Nascimento, 2014).

Macapá, capital do estado do Amapá (AP), está situada na região norte do país e está localizada em uma fronteira internacional, sendo ela a Amazônia oriental e a foz do rio Amazonas (Marques, 2009). Possui uma população atual de 442.933 habitantes, com somente 26,8% domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022). Pode-se considerar que 91,9% da população macapaense não possui

coleta de esgoto, sendo apenas 22,2% o índice de esgoto tratado referido à água consumida (ITB, 2022b).

Esses números refletem o quadro do escasso saneamento básico da cidade, onde existe despejo de esgotos domésticos em lagos, canais e no próprio baixo rio Amazonas, que “banha” e abastece a cidade (Guedes, 2023).

De acordo com dados publicados pelo Instituto Trata Brasil em 2024, Macapá apresenta situações alarmantes por estar presente no *ranking* de piores municípios de saneamento básico, sendo colocado em penúltimo lugar com os piores índices observados dentre os 100 maiores municípios do país (ITB, 2024).

Rollemborg, Barros e Lima (2020) destacam que o esgoto bruto é considerado um fator altamente poluente e contaminante. Somente no ano de 2022, houve 101 internações, no município de Macapá (AP), devido a problemas de veiculação hídrica (ITB, 2022b).

Vale ressaltar que a água é um recurso natural de grande importância e fundamental para a sobrevivência dos seres vivos (Noori *et al.*, 2019) sendo explorada de diversas formas, inclusive como serviços de consumo e banho, podendo ocasionar problemas de saúde caso não tratada corretamente.

1.2 Esgoto

O esgoto é composto por diversos materiais, sendo os mais comuns: águas de banho, excretas como urinas e fezes, detergente, sabão e água de lavagem. (FUNASA, 2016).

Estima-se que 44,5% da população brasileira não possui coleta de esgoto (ITB, 2022c), o que possibilita o aumento de doenças transmitidas pela água, como cólera e hepatite, além de limitar a sustentabilidade (OMS, 2020). Os dados referidos refletem a falta de apoio governamental para o saneamento e seu escasso investimento (Noori *et al.*, 2019).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 9648:1986 (ABNT, 1986), o esgoto sanitário é o despejo líquido formado por esgotos domésticos e industriais, a água de infiltração e a sua contribuição pluvial parasitária. De acordo com esta norma, considera-se:

“- Esgoto doméstico: é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas;
- Esgoto industrial: é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamentos estabelecidos;
- Água de infiltração: é toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e o que penetra nas canalizações;
- Contribuição pluvial parasitária é a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.” ABNT (1986).

O esgoto doméstico consiste, principalmente, de materiais orgânicos, incluindo a água que contém substâncias provenientes dos resíduos humanos descarregados de instalações sanitárias, bem como as águas usadas resultantes das atividades domésticas como banho, limpeza de pisos, utensílios e roupa (FUNASA, 2016).

Assim, os esgotos domésticos são gerados a partir de águas de abastecimento e, portanto, a sua medida resulta da quantidade de água consumida, expressada pela taxa de consumo *per capita*, que usualmente é de 200 litros por habitantes (L/hab) ao dia (Nuvolari, 2011).

No que tange aos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos brasileiros, a Resolução CONAMA nº. 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e procedimentos ambientais para o seu enquadramento, juntamente com Resolução CONAMA nº. 430/2011, determinam as condições e padrões de qualidade da água a serem cumpridos, dentre outras providências (CONAMA, 2005, 2011).

1.2.2 Problemas Relacionados ao Lançamento de Esgoto em Corpos Receptores

Atualmente os rios são as principais fontes de riquezas hídricas utilizadas como receptores de esgotos domésticos e, mesmo detendo uma capacidade de depuração natural, na maioria dos casos a carga de esgoto recebida é tão alta que acabam por sofrer alterações em suas propriedades físico-químicas e biológicas (Bonfin; Souza, 2023).

Um dos principais problemas recorrentes do despejo de esgoto nos rios é o processo de eutrofização, sendo o nitrogênio um dos nutrientes em destaque que se concentra em abundância na água. Esse processo leva a um crescimento na biomassa fitoplanctônica, denotando na redução da transparência da água,

interferindo na estrutura física e química do ecossistema aquático, tornando esse abastecimento impróprio para o consumo humano (Gadelha *et al.*, 2023).

Os outros problemas ocasionados pelo lançamento irregular de esgoto em corpos receptores são as doenças de veiculação hídrica, sendo causadas, principalmente, por microrganismos patogênicos. Dentre essas doenças, estão a cólera, hepatite A, amebíase, diarreia, giardíase e a leptospirose (Tera Ambiental, 2013).

A diarreia é a principal causa da morte de crianças com menos de 5 anos no mundo inteiro, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo de origem infecciosa. As condições sanitárias de áreas de lazer são a principal causa da dispersão da doença, sendo envolvido a balneabilidade com parâmetros microbiológicos inadequados para os banhos recreativos em locais públicos (Vieira, 2021).

1.3 Rio Amazonas

O rio Amazonas é o maior rio da América do Sul, sendo o maior do mundo em termos de volume de água. Ele se estende por vários países no sul do continente americano, principalmente o Brasil, Peru e Colômbia, sendo a localização da foz do rio Amazonas no norte do Brasil.

Esse rio, na orla de Macapá, desempenha múltiplos usos. Além de ser a principal fonte de abastecimento público, recebe o refluxo do sistema de captação e distribuição de água da cidade, operado atualmente pela Concessionária de Saneamento do Amapá (CSA), bem como águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico, além de ser utilizado como via de navegação para embarcações de diversos portes, de origem local, nacional e internacional e de servir como porto e área para atividades recreativas (Damasceno *et al.*, 2015).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 desempenha um papel crucial na classificação de corpos hídricos no Brasil, determinando os usos possíveis de cada classe com base em padrões de qualidade da água. As águas doces são organizadas em quatro classes (1 a 4), com a classe 2 destinada a usos como abastecimento público, desde que precedido de tratamento convencional, além de atividades de recreação e preservação da vida aquática.

O rio Amazonas, ao longo da orla de Macapá, é enquadrado na classe 2, conforme essa resolução. Isso implica que ele pode ser utilizado para abastecimento após tratamento e outros fins compatíveis com os parâmetros estabelecidos, apesar de enfrentar desafios como poluição e impactos de atividades humanas que demandam monitoramento e ações para garantir a qualidade adequada de suas águas

O lançamento de esgotos em corpos receptores é um desafio por ser muito presente em cidades ribeirinhas, como Macapá, que traz consigo enormes pesos de contaminação bacteriana nas águas que afetam, principalmente, a população que vive com o abastecimento das águas dos rios, sendo o rio Amazonas o alvo do despejo (Damasceno *et al.*, 2015). Essas bactérias podem causar doenças graves pelo alto risco de contaminação presente (Nascimento *et al.*, 2020).

Segundo Alves (2017), há despejo de esgoto sem tratamento no rio Amazonas, que ocasiona sérios riscos ao rio e as pessoas que utilizam o local como fonte de contato primário para práticas esportivas e atividade de mergulho.

É importante ressaltar a influência do rio Amazonas na qualidade de vida da população local, sendo importante para a pesca, atividade econômica e de subsistência de diversas famílias na região. Contudo, a contaminação nas águas por fatores antrópicos já é conhecida no estado, sendo essa contaminação a razão de doenças, causando até mesmo o óbito (Santos, Batista, 2020).

Neste contexto, como o município de Macapá possui uma grande riqueza ecológica natural, por ser parte da Amazônia, sendo banhado pelo rio Amazonas, e conseqüentemente conhecido pelos balneários existentes, é importante alertar a população sobre a balneabilidade dos locais (Campos; Cunha, 2015).

Destaca-se que os bairros Fazendinha, Santa Inês e Perpétuo Socorro, são banhados pelo rio Amazonas. Esses locais apresentam uma grande marca na cultura amapaense e no turismo, sendo locais de atividades de grande aglomeração.

A praia da Fazendinha dispõe de uma variedade de restaurantes, pontos direcionados ao banho para o público, além de ser um local, frequentemente, utilizado para pesca e esportes aquáticos. A orla do Santa Inês possui um destaque turístico, como o Pier de Santa Inês e viabiliza atividades de recreação. Na orla do Perpétuo Socorro há a realização de esportes, como o kitesurf e atividades de banho.

1.4 Parâmetros de Qualidade da Água

A cor da água é obtida pela reflexão da luz por minúsculas partículas chamadas colóides, que têm dimensões menores que 1 µm. Essas partículas estão dispersas de forma muito fina na água, sendo a cor importante para identificação de produtos orgânicos e industriais (Dw Journal, [s.d]). O valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 é de 75 mg Pt/L (CONAMA, 2005).

A turbidez é uma característica física da água procedente de matérias em suspensão e que dificultam a dispersão e absorção da luz, sendo afetada pela presença de plânctons, algas e outros detritos orgânicos, sobretudo, em condições de eutrofização do ambiente (Cruz; Pina, 2023). O limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 é 100 UNT (CONAMA, 2005).

O potencial hidrogeniônico (pH) pode afetar a qualidade de vida de diversas espécies aquáticas, referindo-se a um parâmetro muito importante para definir o nível de acidez ou alcalinidade de uma água residual (Kuwano, 2017). De acordo com as normas de balneabilidade, os limites estabelecidos de pH são de 6,0 a 9,0, com exceção das condições naturais (CONAMA, 2000).

A análise microbiológica da água é fundamental devido à grande variedade de microrganismos patogênicos, muitos dos quais de origem fecal, que podem estar presentes na água. Os microrganismos, como coliformes totais e *E. coli*, são comuns em águas contaminadas, sendo utilizados como indicadores de qualidade microbiológica (CONAMA, 2000).

De acordo com Bernardes *et al.* (2022) os coliformes fecais, também conhecidos como coliformes termotolerantes, são um grupo de bactérias capazes de crescer e produzir gás a partir da lactose a uma temperatura de 44°C em um período de 24 horas. O representante desse grupo é a *E. coli*.

A *E. coli* é abundante em fezes humanas e de animais de sangue quente, tendo somente sido encontrada em esgotos, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CONAMA, 2000).

1.5 Balneabilidade

A qualidade da água em que se realizam atividades de lazer de contato primário é denominada de balneabilidade, como por exemplo a natação e o mergulho

(Arcos; Silva; Cunha, 2020). Sua qualificação é realizada por critérios abordados pela Resolução CONAMA nº. 274/2000 (CONAMA, 2000). A partir de indicadores microbiológicos em que são importantes para indicar a deterioração da qualidade da água, em que a presença de agentes patogênicos podem contaminar e ocasionar doenças com veiculação hídrica (CETESB, 2020).

Os critérios abordados por essa Resolução são definidos por indicadores específicos que garantam a condição de balneabilidade, como o pH (potencial hidrogeniônico), coliformes fecais, floração de algas, presença de resíduos sólidos ou líquidos, incluindo os esgotos, entre outros fatores (CONAMA, 2000).

As águas consideradas próprias podem ser classificadas nas seguintes categorias (CONAMA, 2000), sendo elas definidas pelo nível de *Escherichia coli* (*E. coli*) presente na água:

- Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo, 200 *E. coli*;
- Muito boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo tempo, houver no máximo, 400 *E. coli*;
- Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo, 800 *E. coli*.

As águas serão consideradas impróprias quando for verificado: valor superior a 2000 *E. coli*; presença de esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde; ou tornar desagradável a recreação; e/ou pH < 6,0 ou pH > 9,0, à exceção das condições naturais (CONAMA, 2000).

Diversos danos à saúde pública surgem a partir de ações antrópicas, como os surtos epidêmicos de doenças de veiculação hídrica, derrames de petróleo e o despejo de esgotos. As áreas balneárias que estão fora dos padrões de balneabilidade são um sério risco a pessoas que tomam banho no local, sendo necessário o levantamento de estudo dos parâmetros de qualidade do lugar (Berg; Guercio; Ulbricht, 2013).

Deste modo, essa pesquisa propõe avaliar a qualidade de água do Rio Amazonas dos bairros: Fazendinha, Perpétuo Socorro e Santa Inês, lugares onde ocorrem atividades recreativas de contato primário, como esportes, pesca e banhos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a qualidade da água do rio Amazonas nas orlas de Macapá (AP) com foco em áreas de recreação.

2.2 Objetivos Específicos

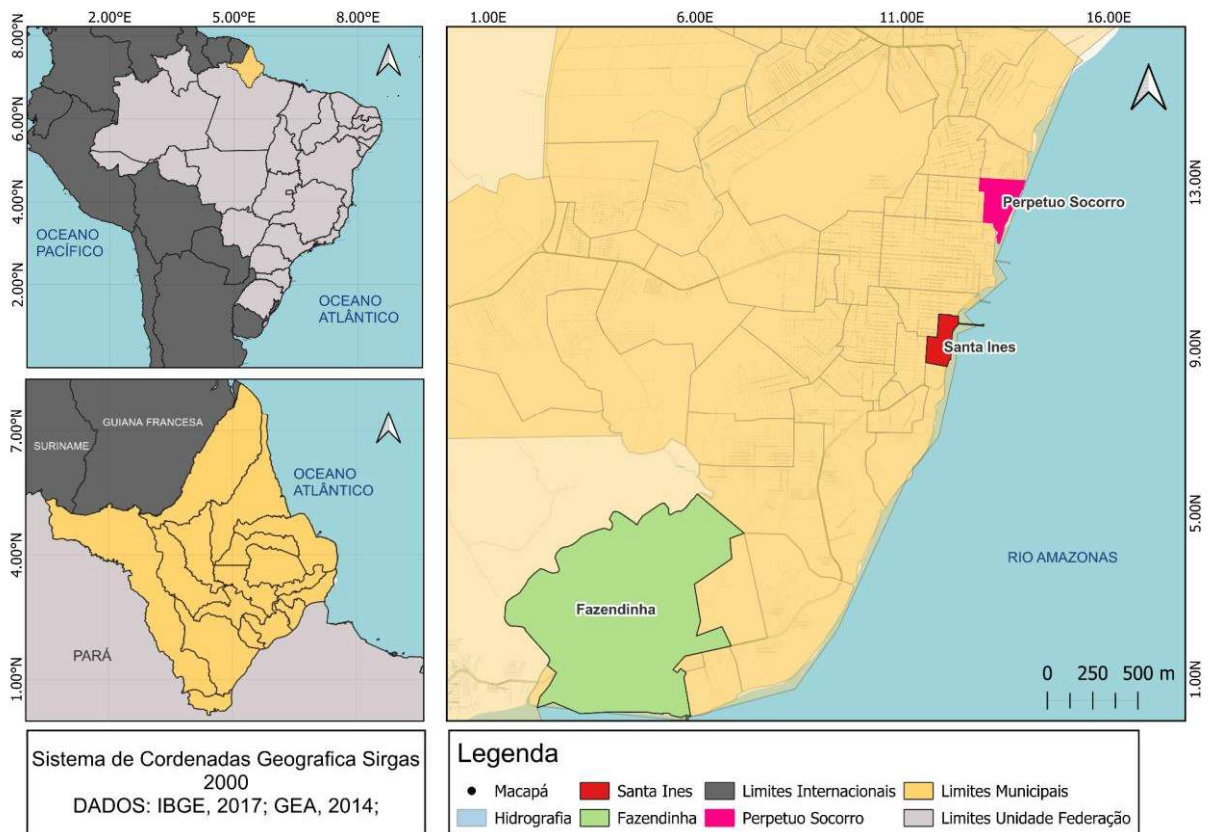
- Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas da água do rio Amazonas na região da praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro;
- Verificar as condições de balneabilidade de acordo com a legislação vigente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a orla do rio Amazonas em três regiões localizadas nos seguintes bairros da cidade de Macapá: Fazendinha (praia da Fazendinha), Santa Inês (orla do Santa Inês) e Perpétuo Socorro (orla do Perpétuo Socorro), localizados no município de Macapá (AP) (Figura 1).

Figura 1: Delimitação das áreas de estudo no município de Macapá-AP



Fonte: Autoria própria (2024)

3.2. Coleta das Amostras

Foram realizadas coletas durante 5 semanas consecutivas, nas segundas-feiras, entre os dias 26 de agosto a 23 de setembro de 2024, conforme metodologia proposta por Kuwano (2017).

Na metodologia de Kuwano As coletas de água foram realizadas ao longo de cinco semanas consecutivas para cada período hidrológico (enchente e cheia),

sempre aos sábados ou domingos, dias de maior fluxo de banhistas. As amostras foram obtidas em uma isóbata aproximada de 1 metro, representando a área mais utilizada para recreação, conforme especificado pela Resolução CONAMA nº 274/2000.

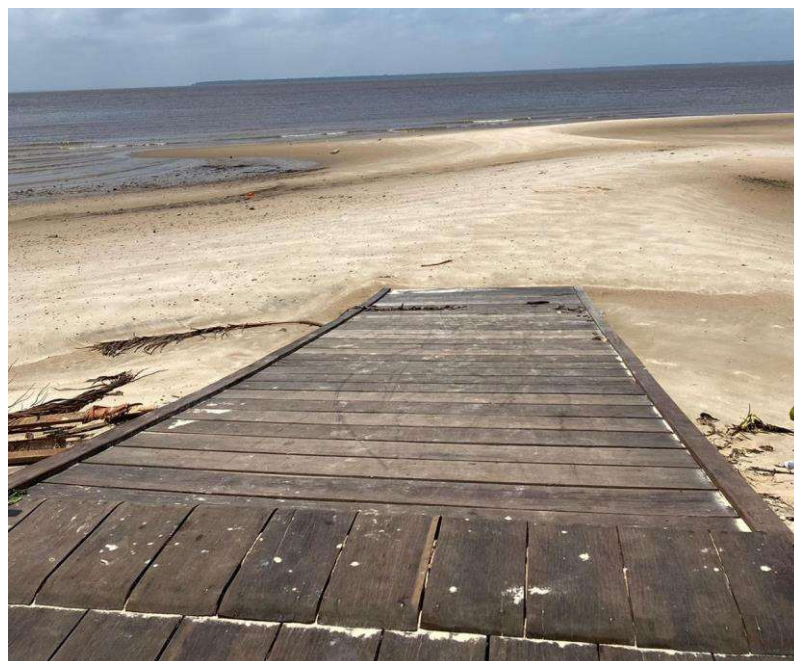
As datas de coleta foram planejadas com o intuito de serem realizadas logo após os finais de semana, época em que os locais apresentam um alto nível de aglomeração.

Para a coleta das amostras foram utilizadas luvas descartáveis de látex, frascos de polipropileno de 300 mL, para amostras destinadas às análises físico-químicas, e frascos estéreis de 100 mL, específicos para amostras destinadas à análise microbiológica, que foram armazenados em um isopor com uma bolsa de gelo, a fim de preservar as amostras após a coleta.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 274/2000, a coleta de água deve ser realizada em local de maior afluência ao público, onde apresentar a isóbata de 1 metro de profundidade, até que a água atingisse a altura da cintura (CONAMA, 2000), método adotado no trabalho.

No bairro da Fazendinha, a coleta das amostras foi realizada na praia da Fazendinha (Figura 2), nas seguintes coordenadas geográficas: -0.055911° (latitude); -51.118408° (longitude).

Figura 2: Local de coleta na praia da Fazendinha



Fonte: Autoria própria (2024)

No bairro do Santa Inês, a coleta das amostras foi realizada na orla do Santa Inês (Figura 3), nas seguintes coordenadas geográficas: 0.0020461° (latitude); -51.049088° (longitude).

Figura 3: Local de coleta na orla do Santa Inês



Fonte: Autoria própria (2024)

No bairro do Perpétuo Socorro, a coleta das amostras foi realizada na orla do Perpétuo Socorro (Figura 4), nas seguintes coordenadas geográficas: 0.051138° (latitude); -51.040936° (longitude).

Figura 4: Local de coleta na orla do Perpétuo Socorro



Fonte: Autoria própria (2024)

3.3 Análises da Qualidade da Água

As análises foram realizadas no laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental (LABQSAMB), do curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), logo após a coleta das amostras.

Os parâmetros de qualidade de água avaliados foram: cor verdadeira, turbidez, pH e *Escherichia coli* (*E. coli*). O Quadro 1 apresenta os respectivos métodos de análise e os equipamentos utilizados.

Quadro 1: Metodologia da análise de água

Parâmetro de Qualidade	Método de Análise	Equipamento
Cor verdadeira	Padrão de platina-cobalto	Espectrofotômetro Hach, modelo DR 3900
Turbidez	Nefelométrico	Turbidímetro Akso, modelo Turbimax
pH	Potenciométrico	pHmetro portátil Hach, modelo HQ4300
<i>E. coli</i>	Meio cromogênico com reagente <i>Colilert</i> /IDEXX e cartela estéril	Seladora Idexx Quanti-Tray Sealer modelo 2x Lab Sealer; estufa <i>De Leo</i> ; câmara de UV

Fonte: Autoria própria (2023), adaptado de Guedes (2023)

Os resultados obtidos na análise da qualidade da água foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 (CONAMA, 2005), para os parâmetros: cor verdadeira e turbidez; e pela Resolução CONAMA nº. 274/2000 (CONAMA, 2000), para os parâmetros: pH e *E.coli*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade avaliados na praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro, respectivamente, no período de 26/08/2024 a 23/09/2024.

Tabela 1: Praia da Fazendinha

Parâmetro de Qualidade	Data da Coleta (2024)				
	26/08	02/09	09/09	16/09	23/09
Cor verdadeira (mg Pt/L)	254	205	302	218	209
Turbidez (UNT)	33,9	29,0	56,0	33,9	35,6
pH	6,02	7,31	7,17	7,44	7,22
<i>E. coli</i>	1118,9	93,4	920,8	307,6	1732,9

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 2: Orla do Santa Inês

Parâmetro de Qualidade	Data da Coleta (2024)				
	26/08	02/09	09/09	16/09	23/09
Cor verdadeira (mg Pt/L)	249	253	308	283	261
Turbidez (UNT)	34,5	33,0	50,0	43,3	39,8
pH	6,19	7,31	7,42	7,61	7,26
<i>E. coli</i>	>2419,6	>2419,6	> 2419,6	> 2419,6	>2419,6

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 3: Orla do Perpétuo Socorro

Parâmetro de Qualidade	Data da Coleta (2024)				
	26/08	02/09	09/09	16/09	23/09
Cor verdadeira (mg Pt/L)	231	124	399	264	250
Turbidez (UNT)	33,0	25,9	58,7	36,0	48,8
pH	5,97	7,44	7,55	7,30	7,35
<i>E. coli</i>	>2419,6	>2419,6	> 2419,6	> 2419,6	>2419,6

Fonte: Autoria própria (2024)

Todos os pontos de coleta apresentaram valores para cor verdadeira acima do permitido pela Resolução CONAMA nº. 357/2005, quando se considera águas doces de classe 2: 75 mg/Pt L (CONAMA, 2005). Observou-se variações entre 124 e 399 mg/Pt L na Praia da Fazendinha. Guedes e Valverde (2023) constataram que amostras coletadas no canal de Jandiá e canal das Pedrinhas, que deságuam no rio Amazonas, localizados no município de Macapá, também apresentaram resultados elevados para o parâmetro cor verdadeira.

A turbidez atendeu aos requisitos da legislação em todas as coletas realizadas, visto que o limite previsto para águas doces de classe 2 é de 100 UNT (CONAMA, 2005). Os valores para o parâmetro de qualidade mais elevados foram: 56 UNT, 50 UNT e 58,7 UNT, na praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro, respectivamente. No trabalho de Damasceno *et al.* (2015), em que foi avaliada a qualidade da água superficial do rio Amazonas na orla do município de Macapá, os valores obtidos variaram entre 24,2 UNT e 70,0 UNT, durante a avaliação sazonal. Os autores consideram que os materiais em suspensão na turbidez podem se fixar aos patógenos existentes.

Os valores de pH obtidos se enquadram na faixa requerida pela Resolução CONAMA nº. 274/2000, sendo 6,0 a 9,0 os padrões estabelecidos para o parâmetro de qualidade (CONAMA, 2000). Silva *et al.* (2019) também observaram em seu estudo na bacia hidrográfica do rio Amazonas valores de pH nesta faixa, sendo 7,56 o pH mais elevado encontrado pelos pesquisadores, o que corrobora com os resultados do presente trabalho, que obteve pH máximo de 7,61.

As análises realizadas para a praia da Fazendinha indicaram os seguintes valores de *E. coli* (NMP/100 mL) ao longo das cinco semanas avaliadas: no dia 26/08, 1118,9; no dia 02/09, 93,4; no dia 09/09, 920,8; no dia 16/09, 307,6; e no dia 23/09, 1732,9. Apenas uma das semanas (02/09) apresentou concentração inferior ao limite de 800 NMP/100 mL estabelecido pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que determina que, para a água ser considerada própria para recreação, pelo menos 80% das amostras obtidas nas cinco semanas anteriores no mesmo local devem conter no máximo 800 NMP/100 mL de *E. coli*. Assim, com apenas 20% das amostras atendendo ao critério, conclui-se que a praia da Fazendinha é imprópria para atividades recreativas.

Nos outros pontos de coleta: orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro, todas as amostras apresentaram resultados que ultrapassaram os critérios

estabelecidos pela legislação, sendo superior a 2419,6 NMP/100 ml de *E. coli*. Deste modo, os pontos de coleta são considerados impróprios para banho.

Os resultados deste estudo evidenciam a importância do monitoramento microbiológico de águas destinadas à recreação, especialmente em regiões como a praia da Fazendinha, que apresentaram valores de *E. coli* acima dos limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 274/2000. Durante as cinco semanas avaliadas, apenas uma amostra (02/09) apresentou valores inferiores ao limite de 800 NMP/100 mL, enquanto as demais oscilaram entre 307,6 e 1732,9 NMP/100 mL, refletindo o comprometimento da qualidade da água e os riscos associados à recreação nesses ambientes. Esses resultados destacam a relevância do estudo, uma vez que a presença de *E. coli* em ambientes naturais é um indicador confiável de contaminação fecal recente, frequentemente associada ao risco de doenças como hepatite, diarreia, cólera, otites e dermatites.

Ao comparar os dados com outros estudos, Amaral e Bezerra (2020) registraram valores entre 387,3 e 1553,1 NMP/100 mL de *E. coli* na praia da Fazendinha e >2419,6 NMP/100 mL na orla do Perpétuo Socorro, corroborando com os valores observados no presente trabalho. De forma complementar, o estudo de Lourenço et al. (2003), realizado nas praias Odus e Barreiras em Camocim-CE, constatou que a praia do Odus esteve imprópria para balneabilidade durante 47% das semanas avaliadas, enquanto a praia das Barreiras permaneceu própria ao longo de todo o monitoramento. Apesar de concentrações relativamente baixas de cepas de *E. coli* enteropatogênicas (EPEC), os autores enfatizaram a necessidade de monitoramento contínuo, considerando o impacto crescente do turismo e das atividades humanas na qualidade das águas. Assim, este trabalho reforça a importância da vigilância microbiológica, principalmente em praias urbanas, para mitigar os riscos à saúde pública e assegurar o uso sustentável desses recursos naturais.

Deste modo, a exposição a águas contaminadas com *E. coli* e outros poluentes representa sérios riscos à saúde pública. Entre os principais problemas estão as doenças gastrointestinais, que podem levar à desidratação severa, especialmente em crianças e idosos que frequentam o local (OMS, 2020).

Ademais, observa-se a evidente precariedade na execução da política pública pertinente no município, que não combate o lançamento desordenado de esgotos em rios e lagos sem o devido tratamento, sendo a principal causa de poluição dos

recursos hídricos no país (Dib *et al.*, 2022). Assim, sugere-se que há ausência de ações efetivas para o controle da poluição, indicando uma deficiência na gestão pública dos recursos hídricos e saneamento básico (Martins *et al.*, 2017).

Este fato se confirma pelos resultados apresentados no presente trabalho, onde verificou-se que os três locais avaliados são impróprios para as atividades de recreação, já que estão em desacordo com a legislação: Resoluções CONAMA nº. 274/2000 (CONAMA, 2000) e nº. 357/2005 (CONAMA, 2005).

O reforço na fiscalização por parte dos órgãos responsáveis seria uma forma eficaz de reduzir o lançamento de esgotos não tratados, contribuindo para a melhoria da qualidade da água destinada à recreação de contato primário (Martins *et al.*, 2017).

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é evidente haver uma série de problemas relacionados à qualidade da água analisada na região de Macapá. Observou-se que 100% das amostras apresentaram valores para cor verdadeira acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 e sugerem uma contaminação significativa, possivelmente por despejo de esgotos domésticos e sólidos dissolvidos nos locais.

Na coleta realizada na praia da Fazendinha, apenas 40% das amostras apresentaram valores menores que 800 NPM/100 ml de *E.coli*, e nas coletas na orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro, 100% das amostras apresentaram valores maiores que 2419,6 NMP/100 ml de *E.coli*. Sendo assim, nenhum dos locais atendeu ao parâmetro microbiológico, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 274/2000.

Embora os parâmetros de turbidez e pH estejam dentro dos limites legais, a presença de sólidos e a contaminação microbiológica comprometem a segurança das águas para fins recreativos e expõem a população a riscos de doenças. Isso sugere ausência de ações efetivas para o controle da poluição, indicando uma deficiência na gestão pública dos recursos hídricos e saneamento básico.

Deste modo, os locais utilizados para recreação na praia da Fazendinha, orla do Santa Inês e orla do Perpétuo Socorro são considerados impróprios para as atividades de contato primário, já que não atendem a todos os critérios exigidos pelas Resoluções CONAMA nº. 274/2000 e nº. 357/2005.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de análises trimestrais da balneabilidade, de modo a acompanhar possíveis variações sazonais e fornecer dados mais precisos ao longo do tempo. Além disso, recomenda-se expandir os estudos para outras áreas de Macapá, ampliando a compreensão das condições de balneabilidade da região. A elaboração de informativos direcionados à população também seria uma iniciativa relevante, visando conscientizar os moradores sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e incentivar práticas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **ABNT NBR 9648:1986 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: [https://allevanteducao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/\[DEFINITIVO\]%20SISTEMAS%20DE%20ESGOTO%20SANITARIO%20MÓDULO%20/NBR_9648_Estudos_de_Concepcao_de_Sistema.pdf](https://allevanteducao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/[DEFINITIVO]%20SISTEMAS%20DE%20ESGOTO%20SANITARIO%20MÓDULO%20/NBR_9648_Estudos_de_Concepcao_de_Sistema.pdf). Acesso em 8 de setembro de 2023.
- ALVES, J. G1 - Portal de Notícias. **Vídeo mostra esgoto sendo despejado no Rio Amazonas, no Amapá**. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/video-mostra-esgoto-sendo-despejado-no-rio-amazonas-no-amapa.ghtml> Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- ARCOS, A. N.; SILVA, J. S. da; CUNHA, H. B. da. **Fecal coliform group as an indicator of balneability in freshwater beach in Negro River, Amazonas**. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, e238974015, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4015>
- AMARAL, J. P. S; BEZERRA, L. A. Impactos antrópicos nas águas de Macapá e suas consequências quanto à balneabilidade. **Amazônia urbana em questão: Macapá 75 anos de capital**, p. 33 - 43, 2020.
- BERG, C. H; GUERCIO, M. J; ULBRICHT, V. R. Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013. DOI: <https://doi.org/10.47916/ijkem-vol2n3-2013-5>
- BERNARDES, B. S.; SANHUDO, D. G. F.; SPONCHIADO, M.; SCAGLIONI, T. P.; FERMINO, F. S. Coliformes fecais e cianobactérias como indicadores de balneabilidade. *In: XIII Congresso de Gestão Ambiental*, Teresina, Piauí. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.VIII-016>
- BRASIL. Lei nº. 14.026, de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000... **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul, 2020. p. 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421> Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- CAMPOS, J.S.; CUNHA, H. F.A. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 4, p. 110-118, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n4p110-118>
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Praias, balneabilidade e saúde**. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidadeesaude/> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n°. 274, 29 de novembro de 2000. Classifica as águas doces, salobras e salinas e determina os limites e categorias de balneabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 165, 30 nov, 2000. Disponível em:

http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao_Conama_274_Balneabilidade.pdf

Acesso em: 13 de setembro de 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n°. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 58, 20 mar, 2005. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf Acesso em: 13 de setembro de 2023.

COUTINHO, R. P. A. Trajetória político-institucional do saneamento básico no Brasil: do PLANASA à Lei 14.026/2020. **Revista de Direito da Administração Pública**, v. 1, n. 3, p. 98-129, 2021. Disponível em:

<http://www.redap.com.br/index.php/redap/article/view/225/221> Acesso em: 10 de

setembro de 2023.

CRUZ, L. B. V.; PINA, C. P. S. **Uso e cobertura da terra como determinantes da qualidade da água em microbacias do nordeste paraense**. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Campus Universitário do Capitão Poço, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. 2023. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2799> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

DAMASCENO, M. C. S.; RIBEIRO, H. M. C.; TAKIYAMA, L. B.; PAULA, M. T. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 598-613, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1606>

DIB, B. da S.; CANHOTO, O. M. F.; MORAES, R. de P. G.; SILVA, I. R. da . Basic Sanitation: Environmental impacts caused by the sewage dump in Rio Negro River (Amazonas-Brazil). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e506111335693, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35693>

DW JOURNAL. Digital Water. **Parâmetro físico de qualidade: cor da água**. [s.d]. Disponível em: <https://www.digitalwater.com.br/parametro-fisico-de-qualidade-cor-da-agua/> Acesso em: 15 de setembro de 2023.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Planos Municipais de Saneamento Básico**. 2016. Disponível em:

http://www.funasa.gov.br/documents/20182/33144/TR_PMSB_FUNASA_2018.pdf/d1ac94ee-73f9-47b6-ac05-757f0f5b62c3 Acesso em: 11 de setembro de 2023.

FIGUEIREDO, I. C. S. **Tratamento de esgoto na zona rural: diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas**. 2019. 318 f. Tese

(Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, SP. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=465901> Acesso em: 14 de setembro de 2023.

GADELHA, J. E. F. D. S.; FERREIRA, K. de F.; MARCIONÍLIO, S. M. L. de O.; CASTRO, R. M. Consequências da eutrofização em corpos hídricos. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 3, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/908> Acesso em: 26 de setembro de 2023.

GONÇALVES, A. C.; SOUZA, L. C. de; BRITO, M. de; SILVA JÚNIOR, A. P. Saneamento básico: água e esgoto. In: **Simpósio Internacional de Ciências Integradas UNAERP, Guarujá, SP**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/1099-saneamento-basico-agua-e-esgoto/file> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

GUEDES, K. P.; VALVERDE, K. C. Caracterização físico-química e microbiológica da água em dois pontos de alagamentos da cidade de Macapá (AP): canal do Jandiá e canal das Pedrinhas. **Unifunec Científica Multidisciplinar**, v.12, n.14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24980/ucm.v12i14.5981>

GUITARRARA, P. Brasil Escola. **Rio Amazonas**. 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/rio-amazonas.htm> Acesso em: 15 de setembro de 2023.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Região Norte**. 2022a. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=1> Acesso em: 10 de setembro de 2024.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Indicadores por localidade: Macapá**. 2022b. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=160030> Acesso em: 10 de setembro de 2024.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Brasil**. 2022c. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=0> Acesso em: 10 de setembro de 2024.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2024 (SNIS 2022)**. 2024. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2024/> Acesso em: 20 de setembro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil/Macapá/Amapá**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/macapa/panorama> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

KUWANO, R. T. **Avaliação da qualidade da água em balneários de Itacoatiara - AM**. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM. 2017. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6238> Acesso em: 14 de setembro de 2023.

LARANJEIRA, G. E. S. **Sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Macapá: Perspectivas e desafios**. 2023. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente, Universidade Federal do Amapá, Macapá, AP. 2023. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

LOURENÇO, E. L. M; VIEIRA, G. H. F; MÁRCIA, L. F; RODRIGUES, D. P; VIEIRA, R. H. S. F. BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO ODUS E DAS BARREIRAS (CAMOCIM,CEARÁ). **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, vol. 6, n. 1, p. 19 - 32. 2003.

MARQUES, I. C. R. **Território Federal e mineração de manganês: gênese do Estado do Amapá**. 2009. 304 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2009. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/16/teses/718798.pdf> Acesso em: 14 de setembro de 2023.

MARTINS, L. M. M; MEDEIROS, L. R. A; ROSAS, R. A. R; REIS, A. L. Q. Análise dos parâmetros de balneabilidade: um estudo de caso sobre as praias dos municípios de João Pessoa e Cabedelo/Pb. **Inter Scientia**, vol. 5, n. 1, p. 116-128, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/download/452/413/1626> Acesso em: 22 de outubro de 2024.

MARINHO, I. M. R. S; NASCIMENTO, I. G. **Avaliação do saneamento urbano de Macapá através do índice de qualidade do saneamento ambiental**. 2014. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, AP. 2014. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/482> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

NASCIMENTO, M. P.; RODRIGUES, E. P.; SILVEIRA, P. T. D. S.; CAFIEIRO, C. S. P.; SOUZA, P. F. N. D.; COSTA, E. N. Análise microbiológica de água de nascente e propriedades rurais do distrito de Mutãs, Guanambi - BA. **Global Science and Technology**, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2020. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/sk6hll6iuvenpmjd3euh53dhu4/access/wayback/https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/download/1244/739>. Acesso em: 5 de setembro de 2023.

NOORI, R., BERNDTSSON, R., HOSSEINZADEH, M., ADAMOWSKI, J. F., ABYANEH, M. R. A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index, **Environmental Pollution**, v. 244, p. 575-587, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.076>

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo. Editora Blucher. 2011.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Doenças transmitidas pela água: prevenção e controle**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha> Acesso em: 20 de agosto de 2023.

REIS, A. C., M., PONTES, A. N. Diagnóstico e desafios no saneamento básico no Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 12, p. 6, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8512014> Acesso em: 16 de agosto de 2023.

ROLLEMBERG, S., BARROS, A. N. de., LIMA, J. P. M. de. Avaliação da contaminação, sobrevivência e remoção do coronavírus em sistemas de tratamento de esgoto sanitário. **Revista Tecnologia**, v. 41, n. 1, p. 1-15. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2020.10849>

SANTOS, T. M dos; BATISTA, R. de O. S. Saúde ambiental e territórios da pesca artesanal: a contaminação por veiculação hídrica no povoado São Brás no município de Nossa Senhora do Socorro/Sergipe. **Revista Geografar**, v. 15, n. 2, p. 285-299. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/download/59269/42303> Acesso em: 7 de setembro de 2023

SOUSA, A. C. A., GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 36-49, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S703>

SILVA, M. S. R; RÍOS-VILLAMIZAR, E. A; MIRANDA, Á. F; GOMES, N. A; PASCOALOTO, D; FERREIRA, S. J. F; OLIVEIRA, R. C; SANTANA, G. P; CUNHA, H. B. Bacia Hidrográfica Do Rio Amazonas: Tipologia Voltada Para A Gestão Destes Recursos. In: **Simpósio brasileiro de recursos hídricos**. Foz do Iguaçu, PR, 2019. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5385> Acesso em: 15 de outubro de 2024.

TERA AMBIENTAL. **Conheça as doenças causadas pelo não tratamento do esgoto**. 2013. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/conheca-as-doencas-causadas-pelo-nao-tratamento-do-esgoto> Acesso em: 15 de setembro de 2023.

VIEIRA, K. P. **A prevalência de internações hospitalares por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa e fatores associados em crianças de 0 a 4 anos no município de Macaé/RJ**. 2021. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) – Campus Macaé Professor Aloísio Teixeira, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/16274> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

VIEGAS, S. M. F.; PENNA, C. M. M. As dimensões da integralidade no cuidado em saúde no cotidiano da Estratégia Saúde da Família no Vale do Jequitinhonha, MG, Brasil. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 19, n. 55, p. 1089-1100. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-57622014.0275>

WHO/UNICEF. World Health Organization and the United Nations Children's Fund. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene**. 2017. 110 p. Disponível em:

<https://policycommons.net/artifacts/421754/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene/1392737/> Acesso em: 20 de agosto de 2023.