



CENTRO UNIVERSITÁRIO MÁRIO PALMÉRIO

MARIA FERNANDA VIEIRA DA CUNHA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO BAGAGEM EM
IRAÍ DE MINAS - MG NOS PERÍODOS CHUVOSO (FEVEREIRO/2022) E DE
ESTIAGEM (AGOSTO/2022)**

MONTE CARMELO - MG

2022

MARIA FERNANDA VIEIRA DA CUNHA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO BAGAGEM EM
IRAÍ DE MINAS - MG NOS PERÍODOS CHUVOSO (FEVEREIRO/2022) E DE
ESTIAGEM (AGOSTO/2022)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário Mário Palmério –
UNIFUCAMP, como pré-requisito para obter o título
de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Esp. Deyse Souza Alves
Coorientador: Prof. Msc. Carlos Fernando Campos

MONTE CARMELO - MG

2022

RESUMO

Esta pesquisa objetiva desenvolver um estudo sobre a qualidade aquática do rio Bagagem, localizado em Iraí de Minas – MG. O local da coleta foi um ponto específico desse rio, no qual há uma intensa ação antrópica. O período de recolhimento das amostras foi 18 de fevereiro de 2022, para analisar a qualidade aquática durante um momento de grande índice pluviométrico, e 08 de agosto de 2022, para comparar os dados da primeira coleta com a segunda, a qual se deu em um período de escassez de chuva. Ambas as coletas foram realizadas por volta de 9h. O referencial teórico deste trabalho pautou-se nos estudos de Bittencourt e Paula (2018), Von Sperling (2006, 2017) e em dados fornecidos pelo Portal da Qualidade das Águas (PNQA, 2022), a partir dos quais discorremos sobre a distribuição da água pelo planeta, o ciclo hidrológico, as divisões do território brasileiro em bacias hidrográficas e o índice de qualidade da água. Na metodologia foi descrita a área de estudo e o passo a passo para a coleta e análise do índice de qualidade da água no ponto específico em questão. Posteriormente, as amostras foram levadas ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo (MG), sendo submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas seguindo as normas do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Após essa análise, foi feito todo o procedimento para o cálculo do IQA, o qual trouxe como resultado que a água do Rio Bagagem no ponto coletado possui Qualidade Ruim com base na Resolução 357/2005 do CONAMA e com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Palavras-chave: Potabilidade; Rio Bagagem; Qualidade; IQA.

ABSTRACT

This research aims to develop a study on the water quality of the Bagagem River, located in Iraí de Minas - MG. The collection site was a specific point of this river, in which there is an intense anthropic action. The sample collection period was February 18, 2022, to assess aquatic quality during a time of high rainfall, and August 8, 2022, to compare data from the first collection with the second, which took place in a period of scarcity of rain. Both collections were performed around 9 am. The theoretical framework of this work was based on studies by Bittencourt and Paula (2018), Von Sperling (2006, 2017) and on data provided by the Water Quality Portal (PNQA, 2022), from which we discuss the distribution of water the planet, the hydrological cycle, the divisions of the Brazilian territory into hydrographic basins and the water quality index. The methodology described the study area and the step-by-step procedure for collecting and analyzing the water quality index at the specific point in question. Subsequently, the samples were taken to the Municipal Department of Water and Sewage of Monte Carmelo (MG), being submitted to physical-chemical and microbiological analyzes following the norms of the National Council for the Environment (CONAMA). After this analysis, the entire procedure was carried out to calculate the IQA, which resulted in the water from the Bagagem River at the collected point having Bad Quality based on CONAMA Resolution 357/2005 and with the Mineiro Institute for Water Management (IGAM).

Keywords: Potability; Bagage River; Quality; IQA.

1. INTRODUÇÃO

Para Araújo, Ferreira e Silva (2019), nas últimas décadas, é crescente a visão e preocupação da humanidade às questões ambientais. Essa preocupação é pertinente, em virtude que, os efeitos das ações humanas são sentidos progressivamente, sob as formas mais desagradáveis possíveis, como enchentes, elevação da temperatura, poluição do ar, do solo e das águas. Assim, como é um problema que atinge a todos indiscriminadamente, as medidas para reduzir ou mitigar os impactos gerados partem de diversas áreas e, em nosso trabalho, estão direcionadas a um estudo relativo à qualidade aquática do rio Bagagem, em Iraí de Minas - MG.

Diante do exposto, este trabalho é importante, pois pretende apresentar resultados das análises da água desse rio, através de parâmetros segundo os quais será possível saber qual é a potabilidade da água que abastece a população do município de Iraí de Minas - MG em período de seca e chuvoso. Um ponto específico foi escolhido no rio, no qual há uma área de lazer que, devido à ação antrópica, recebe bastante descarte de lixo pelos frequentadores.

Para isso, temos como objetivo desenvolver uma análise comparativa da qualidade aquática do Rio Bagagem em Iraí de Minas - MG nos períodos de chuva e seca, mediante análises físicas, químicas e microbiológicas realizadas em laboratório. A partir daí, os dados analisados serão comparados para que se possa estabelecer relação com os resultados obtidos ao manejo e uso do solo no entorno do rio.

Considera-se pertinente este estudo, porque, segundo Sperling (2006), as discussões atuais sobre a limitação nas reservas de água potável do planeta, vinculadas a preocupações sobre uma possível escassez futura, do mais simples e precioso dos líquidos, conduzem obrigatoriamente a uma reflexão sobre a real gravidade dessas previsões. A par da questão da qualidade de ambientes aquáticos, sabidamente comprometida, em escala global, por atividades antrópicas ainda pouco controladas, resta a dúvida sobre a efetiva disponibilidade dos corpos hídricos. Muito embora não seja possível o estabelecimento da quantidade exata de água existente em cada compartimento da hidrosfera (oceano, geleiras, águas subterrâneas, vapor atmosférico, lagos, rios), surge, sob uma ótica científica, que se usem ao menos de valores aproximados. Além disso, pouco se sabe sobre o fato de que existem diferenças entre as estimativas de especialistas sobre a distribuição da água em nosso planeta.

Segundo Moreira e Seo (2021), a maioria das fontes de água não se encontram dentro de padrões de potabilidade estabelecidos pelo CONAMA – Conselho Nacional do Meio

Ambiente e pela portaria da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, adequados para consumo humano e/ou fabricação de alimentos. Isso ocorre devido ao crescimento da população mundial, às altas taxas de consumo deste recurso, ao modelo de desenvolvimento adotado e à contaminação dos corpos hídricos pela ação humana, o que estabelece que a disponibilidade hídrica se torne progressivamente escassa. Esse recurso indispensável à condição de vida para qualquer ser vivo apresenta, naturalmente, limitações mais evidentes nas regiões áridas e semiáridas do globo.

Os componentes que alteram o estado de pureza da água podem ser definidos por propriedades físicas, químicas e microbiológicas, estabelecidos na forma de parâmetros de potabilidade da água, entre os quais podemos citar: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica do oxigênio, nitrato, turbidez, sulfato, coliformes fecais e totais. Assim, a demanda de controle mais eficiente e permanentemente da qualidade aquática impulsionou a formação de agências e de órgãos reguladores e o monitoramento, cujas ações têm produzido matrizes de intensa proporção interpretativa, devido a grande quantidade de parâmetros analisados. Os problemas ambientais como um todo são objetos de inúmeras pesquisas em diferentes ramos da ciência e, o ramo da biologia, segundo Girão e colaboradores (2007) é fundamental para o diagnóstico da situação ambiental de diferentes áreas de estudo.

Segundo Santos (2013), a água potável é considerada própria para consumação humana e, para isso, é necessário que haja um tratamento adequado seguindo normas do Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que trata da qualidade e potabilidade da água doméstica. Portanto, coletar informações sobre ambientes aquáticos é muito importante para definir adequadamente as tecnologias e medidas necessárias para sua purificação.

Segundo Santos (2018), as águas superficiais, subterrâneas e potáveis, no Brasil, são estudadas e classificadas com base em legislações. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), dispõe de resoluções que estabelecem o enquadramento das águas brutas - não tratadas -, tanto para as águas superficiais quanto para as subterrâneas. A Resolução CONAMA Nº357/2005 discorre acerca da classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para sua classificação, e também sobre o estabelecimento de condições e normas para o descarte de efluentes aquáticos residuais e outras medidas, em todos os casos os parâmetros são classificados com base em sua finalidade de uso.

De posse dessas considerações, este trabalho está organizado da seguinte forma: é composto por um referencial teórico, que está dividido em subcapítulos: distribuição da água

no planeta, ciclo hidrológico, bacias hidrográficas brasileiras e índice de qualidade da água. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, os resultados obtidos através da análise feita da água do rio Bagagem e as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

Para Solón (2019), a água é uma das moléculas mais importantes no planeta, de maneira que esse componente é fundamental para a manutenção da natureza e da vida. Visto que, sem a água, a vida na Terra seria praticamente impossível. Ainda segundo o autor o recurso natural atua e impulsiona todos os processos ecológicos dos sistemas terrestres e aquáticos e parte ativa e pertinente dos ciclos biogeoquímicos e da biodiversidade do planeta.

Para Braz e Longo (2019), os seres humanos, além de usar a água para suas funções essenciais, assim como também as outras espécies de organismos vivos, utilizam os recursos aquáticos para as mais diferentes atribuições como, a geração de energia, para a navegação, na produção de alimentos, desenvolvimento econômico, agrícola e industrial.

Segundo Ventin (2019), cerca de 97% da água do globo está distribuída nos oceanos e não pode ser usada para uso doméstico, dessedentação e irrigação sem o uso de tecnologias que tem um elevado custo. O volume restante de 3%, aproximadamente, 35 milhões de quilômetros cúbicos, está em formato de gelo na região da Antártida ou na Groenlândia. De maneira que apenas 100 mil km³, isto é, 0,3 % do total de recursos, de água doce está à disposição e pode ser usada de maneira simples e barata pelo homem.

Segundo Neves (2022), o ciclo da água do planeta consiste basicamente em um constante processo de evaporação e precipitação. As obras científicas contemporâneas no campo da hidrologia trazem estimativas de valores em escala global para cada componente deste ciclo, podendo-se estimar como razoavelmente bem conhecidos, os valores mundiais de evaporação, precipitação, infiltração e escoamento superficial em nosso globo. Segundo Freitas e colaboradores (2021), a crescente ocorrência de interferência humana no ciclo hidrológico natural, representadas principalmente por construção de reservatórios, transposições de bacias, retirada excessiva de água de rios e desmatamento, são ações que não modificam o volume total de água existente no planeta, mas provocam alterações nas quantidades disponíveis em cada compartimento.

Para Rocha e colaboradores (2018), o território brasileiro comporta 18% de toda a água doce existente no planeta, mas por falta de infraestrutura, falhas e perdas na distribuição, algumas regiões ainda sofrem com a falta desse recurso natural. A média da disponibilidade no Brasil é de 34.000 m³/hab/ano, o que nos coloca no topo dos países ricos em recursos hídricos.

Como afirma Borges (2019), no estado do Amazonas, existem 700.000 m³ de água por ano, disponíveis por habitante, ao passo que, em São Paulo, cada habitante tem 280 m³ disponíveis em um ano; 80% da água no nosso país fica na Região Amazônica, os outros 20% são divididos pelo restante do país. A Região Nordeste é a que possui o maior nível de esgotamento hídrico do Brasil, situação degradante que poderia ser resolvida com políticas públicas assistencialistas, que não visem apenas os latifundiários.

Para Braz e Longo (2019), o uso dos corpos hídricos pelos humanos é duas vezes maior do que a capacidade de água que está disponível em todos os rios naturalmente. Só a agricultura consome cerca de 70% da água doce, desse total, 60% são desperdiçados na evaporação ou infiltração no solo. A indústria utiliza cerca de 20%. Já o consumo humano direto é responsável por apenas 8% desse consumo.

Para Neves (2022), os Estados Unidos da América é o país que mais consome água no mundo, em torno de 575 litros/habitante/dia, seguido pela Austrália, com um gasto de 495 litros/habitante/dia. A China possui um consumo de 85 litros/habitante/dia, consumo relativamente baixo, considerando sua atividade industrial. Na América Latina, o Brasil é o país que mais consome água, cerca de 185 litros/habitante/dia, sendo o Estado do Rio de Janeiro o maior e Pernambuco o menor dos consumidores do recurso, respectivamente.

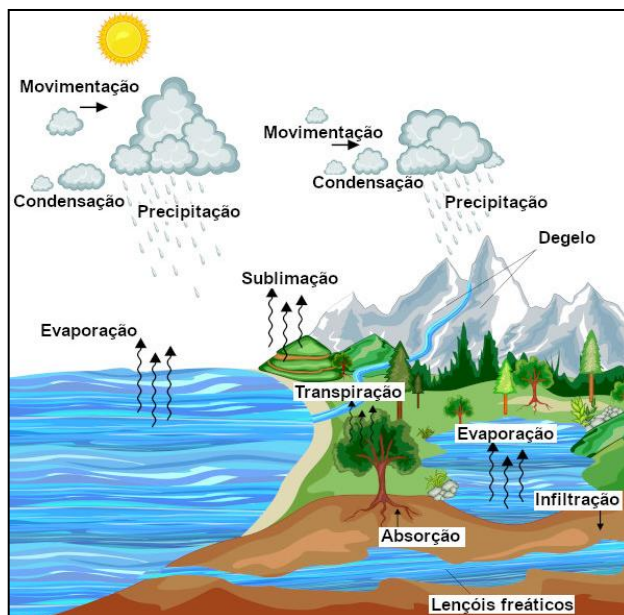
2.2 CICLO HIDROLÓGICO

O movimento constante da água presente nos oceanos, continentes e atmosfera é denominado ciclo hidrológico. Esse movimento é impulsionado pela gravidade e pela energia do sol, que faz com que a água evapore dos oceanos e continentes. Na atmosfera, formam-se nuvens, podendo levar a chuvas, pois nos continentes, a água da precipitação segue caminhos diferentes.

No campo da Hidrologia - ciência que estuda o fluxo da água, quanto no da Limnologia - ciência que estuda a ecologia de águas doces, os valores citados referentes ao estoque de água na Hidrosfera são repetidamente contraditórios. É importante ressaltar que, alguns dados se repetem nas diferentes obras científicas, mostrando números distintos para cada ambiente de

estoque hídrico. Estas diferenças são por vezes pequenas, podendo estar associadas à compreensível imprecisão científica na quantificação de enormes volumes de água. A **Figura 1**, descreve como o processo acontece.

Figura 1 – Esquema do ciclo hidrológico



Fonte: BRAZ; LONGO (2019, p 23).

De acordo com Brito e colaboradores (2019), a água infiltra através de passagem lenta de um líquido através de um meio no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos, ressurgir na superfície no formato de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentar lagos e os rios. Fluindo lentamente entre partículas e cavidades nos solos e rochas, é possível ficar armazenado por períodos muito variáveis, formando aquíferos. Quando a precipitação excede a capacitância de absorção do solo, ela flui sobre a superfície.

Para os autores Nunes e Rhoden (2020), o recurso hídrico evapora retornando à atmosfera. De maneira que essa evaporação da água dos rios, lagos e o solo, uma parte da água é absorvida pelas plantas que, por sua vez, liberam água para a atmosfera por meio da transpiração. Ainda de acordo com Nunes e Rhoden (2020), a esse conjunto, evaporação mais transpiração, dá-se o nome de evapotranspiração. E quando a água congela forma-se as camadas de gelo nos altos de montanhas e geleiras.

De acordo com Freitas e colaboradores (2021) apesar das denominações água superficial, subterrânea e atmosférica, é importante salientar que, na realidade, a água é a mesma e está sempre mudando de condição. A água que cai como chuva, neve ou granizo já

esteve no subsolo, em icebergs e através de rios e oceanos. A água está sempre em movimento; fazendo com que existam: chuva, neve, rios, lagos, oceanos, nuvens e águas no subterrâneo. Para Ventin (2019) o ciclo das águas é a base que mantém a vida na terra. A água possui diferentes estados - sólidos, líquidos e gasosos – que são parte do ciclo ativo da água, ciclo este, contínuo.

Segundo Neves (2022), durante o ano cerca de 47 mil km³ de água são levadas para os oceanos, por meio das represas, rios, lagos e as águas subterrâneas. Se essa drenagem fosse repartida de forma igual em todos os continentes, cada pessoa teria disponíveis 7 mil m³ por ano. Entretanto, esta distribuição é divergente, causa consequências de má disponibilidade nos continentes, países e regiões. No decorrer do ano a distribuição de água não é uniforme, o que origina um desequilíbrio e gera consequências para escassez ou o excesso de água.

Ainda conforme Freitas e colaboradores (2021), mais usos foram sendo colocados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na medida que a economia foi subindo e se tornando mais complexa e diversificada, para que o ciclo hidrológico se sobreponha ao ciclo hidrossocial, que tem grande proporção e impacto ecológico e econômico. Este ciclo, que na verdade é uma adaptação do homem para diferentes aspectos do ciclo hidrológico e, também a sua mudanças, causam muitos impactos.

Para Silva (2020), a região Sudeste do Brasil apresenta uma característica climática diferenciada, devido a sua topografia, sua posição geográfica e, principalmente, os aspectos dinâmicos da atmosfera. Essas características atuam de forma direta ou indireta no regime pluvial que se concentra entre os meses de outubro a março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas.

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

Segundo Damame e colaboradores (2019), as bacias hidrográficas são áreas do território ou de uma região formadas por um rio principal e seus afluentes que desaguam e abastecem a mesma bacia. São separados por relevos como colinas, montanhas, picos e planícies. A topografia da terra controla a água. Ainda segundo o autor, os relevos direcionam corpos hídricos menores, como córregos, riachos e pequenos rios, para encherem rios maiores. Normalmente, a bacia tem o mesmo nome do rio principal. Bacia hidrográfica é um termo usado para descrever uma parte definida de uma área drenada por um rio principal e seus afluentes.

Para Braz e Longo (2019), o funcionamento de uma bacia hidrográfica é determinado pelo seu uso da água, ou seja, depende de sua localização e das atividades realizadas automaticamente na área. O abastecimento e a principal função da água, ou seja, seu uso para consumo na cidade e no campo do ser humano. No entanto, o uso mais comum da água no Brasil é a irrigação.

Essa atividade é a que mais consome água na região brasileira, pois somos um dos países com maior área de plantações do mundo e direcionamos grande parte de nossos corpos hídricos para essa atividade econômica. Grande parte do consumo deste recurso no país também é direcionada às indústrias. Atividades industriais como processamento industrial de alimentos, lavagem e fabricação, consomem a maior parte desse recurso. A **Figura 2** mostra as principais regiões hidrográficas do Brasil, num total de 12 regiões hidrográficas.

Figura 2 – Bacias Hidrográficas



Fonte: SILVA (2020, p. 23).

O Rio Bagagem que é objeto de estudo deste trabalho, está inserido na Bacia do Rio Paranaíba, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Segundo os mesmos autores, o Rio Bagagem nasce na cidade de Patrocínio - MG e passa pelos municípios de Iraí de Minas, Romaria, Monte Carmelo, Estrela do Sul, Cascalho Rico até desembocar na Represa de Emborcação, no Rio Paranaíba na cidade de Araguari - MG.

O rio que dá nome à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, juntamente com o Rio Grande, forma o Rio Paraná. A nascente do Rio Paranaíba (MG) tem altitude média de 1100 metros. Sua extensão até a cidade de Patos de Minas é de 100 km e percorre mais 150 km até o limite dos Estados de Goiás e Minas Gerais. E segue por mais uma grande extensão até se encontrar

com o Rio Grande e formar o Rio Paraná. E nesse longo caminho, ele recebe diversos afluentes, entre eles o Rio Bagagem, objeto de estudo desse trabalho.

2.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Guimarães e Barbosa (2018) o Índice de Qualidade das Águas (IQA), foi criado nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* em 1970, o qual a partir de 1975, passou a ser usado pela empresa ambiental a CETESB, que está localizada no estado de São Paulo. Posteriormente, outros estados brasileiros adotaram o IQA, que atualmente é a ferramenta mais utilizada para o obter este índice. Esse índice foi desenvolvido tendo como intuito principal avaliar como está a qualidade aquática bruta, visando seu uso para o abastecimento das cidades, após tratamento. Esses parâmetros que são utilizados na determinação do IQA são identificadores de contaminação por efluentes lançados de forma incorreta.

Para Barbosa (2021), a avaliação da qualidade aquática obtida pelo cálculo de IQA, apresenta algumas divergências, uma vez que, não apresenta análises importantes da água distribuída, como metais pesados, substâncias tóxicas, pesticidas, protozoários causadores de doenças, e também tipos de substâncias que podem interferir e serem facilmente percebidas na água. IQA é constituído por nove parâmetros, observado na **Tabela 1**, com seus referentes pesos em (w), que foram determinados devido sua importância nas análises da água em conformação global.

Tabela 1 - Parâmetros referente à Qualidade da Água do IQA e pesos

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: Adaptado de PNQA (2022, p.2).

2.4.1 Descrição dos Parâmetros do IQA

1) Oxigênio Dissolvido

Para Fiorese (2021), o Oxigênio Dissolvido é essencial à estabilidade da vida aquática, tendo em consideração que muitos organismos presentes, como os peixes, necessitam do oxigênio para a sua sobrevivência. Quando o curso de água é poluído por efluentes, reduzem-se a quantidade de Oxigênio Dissolvido pois ele necessita da quebra de matéria orgânica. Deste mesmo modo, às águas limpas podem possuir quantidade elevada, superior a 5 mg/L, no entanto condições naturais podem levar o declínio desses valores.

Para Pinheiro e Benini (2021), a eutrofização pode apresentar concentrações de oxigênio acima de 10 mg/L, fator conhecido como supersaturação. Esse fato acontece principalmente em locais onde apresentam água represada e onde existe acúmulo de matéria orgânica. Devido ao crescimento demasiado de algas, durante o dia por causa da fotossíntese, valores de oxigênio ficam mais presentes. E por outro lado, à noite, a fotossíntese não ocorre e as respirações dos organismos causam uma queda significativa nos índices de oxigênio, o que eleva a morte dos peixes.

2) Coliformes Termotolerantes

Para Florence (2021), bactérias termotolerantes dão origem no intestino de animais com sangue quente, sua presença em grandes números apontam a probabilidade da existência de microrganismos patogênicos que podem ser responsáveis pela disseminação de doenças de vinculação hídrica. Segundo as autoras Bittencourt e Paula (2018) elas indicam contaminação por fezes humanas e também de animais.

3) Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo Andrade (2018), o potencial hidrogeniônico atinge a biota local. A resolução 357 do CONAMA estipula que para proteção de organismos aquáticos, onde o valor aceitável seja no máximo de 6 a 9, mudanças nesses valores também podem aumentar os efeitos de substâncias químicas que são tóxicas, como metais pesados, em organismos aquáticos.

4) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Segundo Pinheiro e Benini (2021), valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), representam o nível do oxigênio necessário para desgastar a matéria orgânica em meio aquático, através da atividade de decomposição de microrganismos aeróbicos. A DBO é a

concentração do oxigênio consumida durante 5 dias a 20°C de temperatura. Quando determinados valores de DBO elevados, isso pode ser oriundo de efluentes aquáticos orgânicos, majoritariamente dos domicílios. A elevação do DBO causa uma diminuição do oxigênio dissolvido na água, que pode levar mortalidade de espécies aquáticas.

5) Temperatura da Água

Segundo Reis e colaboradores (2021), a temperatura pode alterar outros parâmetros da água, como por exemplo viscosidade e também sua tensão superficial. A biota aquática é afetada por altas temperaturas, afetando assim sua tolerância térmica, o que causa danos sobre seu crescimento e reprodução. Entre os dias e as estações todo o corpo hídrico tem variações da temperatura. Porém, o lançamento de efluentes de alta temperatura pode levar a um grande impacto no corpo hídrico.

6) Nitrogênio total

Para Andrade (2018), o nitrogênio pode acontecer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito. Em concentrações elevadas, o nitrato pode ser tóxico para nossa espécie e provocar uma doença chamada metemoglobinemia, que é letal para as crianças. Além disso, conforme Sperling (2017), grande quantidade de nitrogênio nos corpos hídricos pode levar ao crescimento demasiado de algas, processo designado como eutrofização, que pode atrapalhar no abastecimento público, recreação e proteção de organismos aquáticos.

7) Fósforo Total

Como afirmam Pinheiro e Benini (2021), da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo é nutriente de fundamental importância para os processos biológicos e seu aumento pode levar a eutrofização das águas. Mais informações sobre eutrofização podem ser encontradas no índice de estado trófico. O esgoto doméstico se distingue das fontes de fósforo pelos detergentes superfosfato e pelos próprios excrementos. Nas áreas urbanas e agrícolas, o escoamento da água das chuvas se configura como importante fonte desse mineral para os cursos de água. As águas residuais industriais distinguem-se das águas residuais de indústrias de alimentos, fertilizantes, laticínios, refrigeração e matadouros.

8) Turbidez

Para Sperling (2017), na turbidez a água apresenta uma característica de forma turva, isso devido a dificuldade que a luz tem de atravessar a água, o que dificulta fotossíntese. Segundo Reis e colaboradores (2021) essa diminuição acontece pela absorção e difusão da luz provocada pelos sólidos em suspensão. A erosão do solo é a principal causa de turbidez quando, durante a estação chuvosa, a água da chuva traz uma grande quantidade de matéria sólida para a água. A mineração e a descarga dos efluentes e águas residuais industriais também são fontes importantes de aumento da turbidez na água. O alto teor de turbidez também afeta o equilíbrio do ambiente aquático.

9) Resíduo Total

Conforme Barbosa (2021), o resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação de amostra da água no decorrer de um tempo e temperatura determinado. Para Bittencourt e Paula (2018) através da disposição de resíduos sólidos nas margens dos recursos hídricos, pode ocorrer o assoreamento do local, que gera consequências para a navegação e pode levar ao crescimento de risco de enchentes. Além disso, podem prejudicar os organismos aquáticos, pois ao chegar no fundo, acabam com indivíduos que vivem nos sedimentos e servem como de alimento para outros indivíduos, além de danificar as áreas de desova dos peixes.

O IQA é classificado dentro de uma faixa que varia nos estados brasileiros, conforme apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Valores de cada estado com base no IQA

Faixas de IQA utilizadas nos Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91 – 100	80 – 100	Ótima
71 – 90	52 – 79	Boa
51 -70	37 – 51	Razoável
26 – 50	20 – 36	Ruim
0 – 25	0 – 19	Péssima

Fonte: PNQA (2022, p.2).

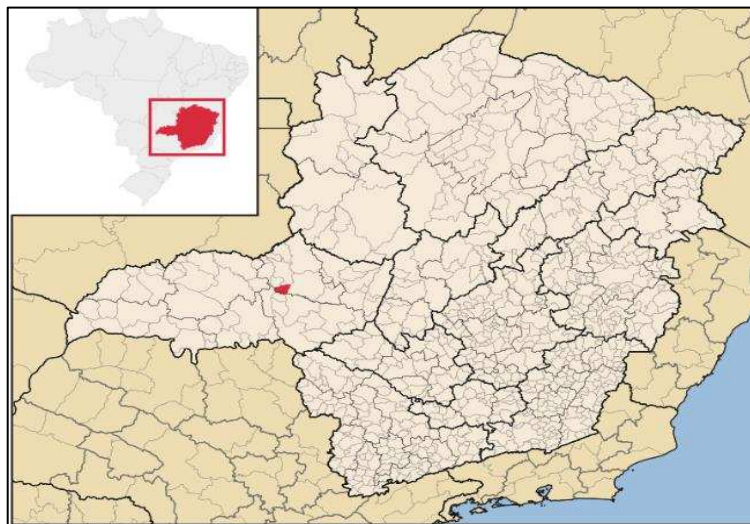
O IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) também traz uma classificação do IQA com respectivos valores, segundo Campos (2017) os parâmetros sobre a potabilidade da água podem ser classificados em: Excelente ($90 \leq 100$); Bom ($70 \leq 90$); Médio ($50 \leq 70$); Ruim ($25 \leq 50$); e Muito Ruim ($00 \leq 25$). Ou seja, há uma pequena variação na classificação dos

valores do IQA, mas todos se baseiam na utilização dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água.

3. METODOLOGIA

Para realizar este estudo, fizemos uma pesquisa de revisão bibliográfica seguida de um estudo realizado a partir de amostras de água coletadas no Rio Bagagem, em Iraí de Minas - Minas Gerais. O município se estende por 356,3 km² e conta com uma população estimada de 7067 habitantes conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE; 2022). A população estimada é de 19,6 habitantes por km². A cidade é vizinha dos municípios de Romaria, Pedrinópolis e Nova Ponte. Iraí de Minas está a uma distância de 28 km a Sul-Leste de Monte Carmelo. O município está situado a uma altitude de 1.029 metros, com as decorrentes coordenadas geográficas: Latitude: 18° 59' 23" Sul, Longitude: 47° 28' 33" Oeste. A **Figura 3**, apresenta a localização do município em Minas Gerais e na região do Triângulo Mineiro.

Figura 3 - Localização de Iraí de Minas no estado de Minas Gerais



Fonte: Araújo e colaboradores (2020, p.11).

Após realizar o levantamento bibliográfico, foi determinado um local específico para coleta de água bruta (não tratada), que foi o rio Bagagem, conforme **Figura 4**. O rio Bagagem, está inserido na Bacia do rio Paranaíba, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O rio nasce em Patrocínio - MG e passa pelos municípios de Iraí de Minas, Romaria,

Monte Carmelo, Estrela do Sul, Cascalho Rico até desembocar na represa de Emborcação no rio Paranaíba, em Araguari - MG.

As amostras foram submetidas a análises físico-química e microbiológica conforme especificações do CONAMA 357/2005, para verificação da potabilidade da amostra e IQA através da análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. As coletas foram realizadas no período chuvoso e de estiagem para averiguação da possível alteração dos parâmetros. As análises foram realizadas no Departamento Municipal de Água e Esgoto da cidade de Monte Carmelo (MG).

Figura 4 – Ponto de coleta das amostras



Fonte: Disponível em: <https://goo.gl/maps/zZvJaAgXohtNxtrk8>. : Acesso em: 31 de maio de 2022 às 19:01.

A primeira coleta foi realizada no dia 18 de fevereiro de 2022, às 9h. As vidrarias utilizadas na coleta foi um frasco âmbar de 500 ml para realização das análises físicas e químicas e uma bolsa plástica para análises bacteriológicas. Essa primeira coleta foi feita no período de chuva. A segunda coleta foi realizada no dia 08 de agosto de 2022, no período matutino, também às 9h, no mesmo ponto de coleta anterior, essa coleta foi realizada no período de estiagem. As amostras foram encaminhadas para o laboratório, para análise dos 9 parâmetros usados no cálculo do IQA.

Para definir o IQA foi realizado o cálculo ponderado dos nove parâmetros, ou seja, o somatório do valor do resultado obtido na análise da amostra de água elevado ao valor do peso correspondente de cada parâmetro, com base na **Equação 1**.

Equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Fonte: PNQA (2022, p. 2).

Com base no PNQA (2022), o IQA significa: número que varia de 0 a 100; o q_i apresenta à qualidade do i parâmetro, número de um valor entre 0 e 100, que é obtido por gráfico de qualidade relacionado com a concentração encontrada no resultado da análise; e o w_i que é o peso correspondente de determinado parâmetro de 0 a 1 conforme **Equação 2**.

Equação 2:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Fonte: PNQA (2022, p. 2).

O n corresponde ao número de parâmetros inseridos para realizar o cálculo IQA.

Para se chegar ao valor do IQA, é necessário o resultado dos nove parâmetros (obtidos por análise das amostras de água em laboratório). Após esse resultado é feito o somatório desses parâmetros conforme descrito na **Equação 1**. O valor do peso utilizado é mostrado na **Tabela 1**. E o valor do termo q_i é obtido através das análises das curvas de potabilidade da água. E para obter esse termo e também calcular o IQA foi utilizado uma planilha do Excel para cálculo, planilha essa obtida na CETESB (2022).

Após os cálculos para se chegar ao resultado do IQA, esses valores foram analisados e comparados com os valores estipulados pela resolução do CONAMA e também do IGAM, para se chegar à conclusão inicialmente proposta que é avaliar as amostras de água colhidas em duas épocas distintas.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Através das análises laboratoriais desenvolvidas foi possível obter os resultados descritos nas **Tabelas 3 e 4**, sobre os parâmetros avaliados e a partir desses parâmetros foi calculado o IQA. Os dados de qualidade encontrados, o IQA, as comparações e discussões das propriedades físicas, químicas e biológicas, seguiu as recomendações da Resolução (CONAMA 357/2005).

Tabela 3 - Resultados obtidos e comparados com a Resolução CONAMA no Rio Bagagem para o período chuvoso.

PARÂMETROS	RIO BAGAGEM	CONAMA 357/2005	UNIDADE DE MEDIDA
T	27	-	°C
Ph	6,85	6 – 9	-
OD	11,5	> 5	mgO ₂ L ⁻¹
Cor	52,6	-	Pt-Co ou UH
DBO	37,3	5 – 40	mgO ₂ L ⁻¹
Nitrato	1,67	< 3,7	mg L ⁻¹
Turbidez	5,17	< 100	UNT
Sulfato	1	< 250	mg L ⁻¹
CF	4,90 x 10 ³	1,0 x 10 ³	NMP/100 ml
CT	10,5 x 10 ³	1,0 x 10 ³	NMP/100 ml

Fonte: autores deste trabalho com base na Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 4 - Resultados obtidos e comparados com Resolução CONAMA no Rio Bagagem para o período de seca.

PARÂMETROS	RIO BAGAGEM	CONAMA 357/2005	UNIDADE DE MEDIDA
T	31	-	°C
Ph	7,12	6 – 9	-
OD	7,8	> 5	mgO ₂ L ⁻¹
Cor	2,6	-	Pt-Co ou UH
DBO	52,3	5 – 40	mgO ₂ L ⁻¹
Nitrato	2,12	< 3,7	mg L ⁻¹
Turbidez	1,10	< 100	UNT
Sulfato	3	< 250	mg L ⁻¹
CF	5,14 x 10 ³	1,0 x 10 ³	NMP/100 ml
CT	14,2 x 10 ³	1,0 x 10 ³	NMP/100 ml

Fonte: autores deste trabalho com base na Resolução CONAMA 357/2005.

Convertendo: T = temperatura; pH = potencial hidrogeniônico; OD = oxigênio dissolvido; DBO = demanda bioquímica de oxigênio, CF = coliformes fecais, CT = coliformes totais.

Com base na resolução (CONAMA 357/2005), os parâmetros de temperatura e Cor não

possuem valores predeterminados, portanto, tanto no período de chuvas quanto no período de seca, o mesmo está dentro do intervalo do clima habitual para a região.

Conforme o PNQA (2022), o pH cumpre a norma, pois os valores podem variar de 6 a 9 para estarem na faixa aceitável. Este parâmetro é importante, dado que, seu aumento é favorecido pela presença de nitrato e sulfato na água, tornando a água alcalina, isso se deve pelos baixos acúmulos de gás carbônico no corpo hídrico.

De acordo com Janzen e colaboradores (2008), o oxigênio dissolvido (OD) mantém o ecossistema hídrico viável, nos casos das águas contaminadas por esgotos, elas apresentam pouco oxigênio dissolvido. Com base nos resultados obtidos o (OD) está conforme a norma, sendo o resultado de 11,5 mgL⁻¹ no período chuvoso e de 7,8 mgL⁻¹ no período de seca, de maneira que nos dois períodos do ano, os parâmetros encontram-se dentro da resolução, uma vez que, a norma descreve que os valores devem ser superiores a 5 mg L⁻¹.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) segundo o PNQA (2022), mostra o quanto de oxigênio é utilizado para decompor matéria orgânica que se aparece na água, por meio da decomposição microbiana que acontece na presença do oxigênio. A existência e altos índices de DBO, provocam a morte dos indivíduos e plantas aquáticas. Com base nas amostras, o período de chuva se apresentou normal, contudo, na estiagem, teve um aumento significativo para 52,3 mgO₂ L⁻¹.

O nitrato obedece a Resolução (CONAMA 357/2005), já que com base na norma, deve apresentar um índice inferior a 3,7, e o resultado obtido diante as análises do rio foi de 1,67 mg L⁻¹ no período chuvoso e 2,12 mg L⁻¹ no período de seca. Conforme STOLLE (2021), em concentrações elevadas, os nitratos apresentam toxicidade aos humanos, podendo causar doenças como câncer no sistema gastrointestinal e aos organismos aquáticos que utilizam desse recurso para dessedentação.

Para Bittencourt e Paula (2018), os sulfatos podem alterar o sabor e odor das águas, sendo predominantemente salgado e amargo e produz efeito laxativo sobre os indivíduos, com maior impacto sobre as crianças. O sulfato também está conforme a resolução (CONAMA 357/2005), apresentando no período chuvoso 1 mg L⁻¹ e no período de seca 3 mg L⁻¹, ficando inferior a 250 mg L⁻¹ que é o seu limite.

O índice de turbidez desenvolveu um ótimo resultado apresentando 5,17 UNT no período de chuvas e 1,10 UNT no período de seca, ficando inferior a 100 UNT, que com base no PNQA (2022), é o limite aceitável de turbidez, este resultado mostra que está havendo passagem da luz do sol para o curso d'água, aumentando assim a fotossíntese.

Os resultados dos valores de coliformes fecais e totais aumentaram muito, mais do que a norma indica como aceitável. No período de chuvas a amostra apresentou um volume de $4,9 \times 10^3$ NMP/100 ml de coliformes fecais e $10,5 \times 10^3$ NMP/100 ml de coliformes totais, e o limite é 1×10^3 NMP/100 ml. A amostra coletada no período de seca apresentou os resultados: $5,14 \times 10^3$ NMP/100 ml de coliformes fecais e $14,2 \times 10^3$ NMP/100 ml de coliformes totais, ficando também muito acima do limite da resolução do (CONAMA 357/2005). Para Carnaúba e colaboradores (2021), presença de coliformes fecais indica o aparecimento de bactérias patogênicas, pelos lançamentos de águas residuais e de esgotos que desaguam no rio sem tratamento.

Para continuar com o cálculo do IQA é necessário calcular o valor do *qi* de cada parâmetro e posteriormente o valor do IQA. Para isso foi utilizada a planilha do Excel e os valores obtidos são mostrados na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Parâmetros usados para o cálculo do IQA

PARÂMETROS	IQA (CHUVA)	IQA (SECA)	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	93,97	73,86	0,17
Coliformes termotolerantes	11,85	11,41	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	87,72	92,11	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	2,00	2,00	0,10
Temperatura da água	94,00	94,00	0,10
Nitrogênio total	87,21	84,06	0,10
Fósforo total	24,80	29,83	0,10
Turbidez	87,38	97,28	0,08
Resíduo total	82,00	81,30	0,08
Resultado IQA	39,72	39,00	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados da **Tabela 5** mostram que os resultados encontrados para o IQA no período chuvoso foi de 39,72 e no período de seca de 39. A partir desse resultado, com base na Resolução do CONAMA357/2005 e com o IGAM, que o valor encontrado de IQA para o rio Bagagem no município de Iraí de Minas possui uma qualidade ruim tanto para o período chuvoso como para o de seca. Esse fato pode acontecer devido ao lançamento de esgoto no leito do rio. De acordo com Abha (2014), o esgoto de Iraí de Minas devido a ausência de tratamento, está distante dos padrões definidos pela resolução do CONAMA 430/2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com a análise das duas amostras de água coletadas no rio Bagagem no município de Iraí de Minas em dois períodos climáticos diferentes (uma no período de seca e a outra no período chuvoso) mostraram que, conforme o IQA, a água desse rio possui um índice de qualidade ruim.

Grande parte dos parâmetros estão dentro do limite aceitável proposto pela norma do CONAMA357/2005, mas dois parâmetros excederam muito o valor permitido, que foram os coliformes, tanto os totais quanto os fecais, mostrando que há uma contaminação, principalmente, pelo lançamento irregular de esgoto no leito do rio. Isso traz uma sucessão de prejuízos para aqueles que utilizam essa água.

Esse tipo de análise contribui muito para o monitoramento de cursos hídricos, pois fornecem dados que são utilizados pelas gestões municipais, como por exemplo, aquelas cidades que utilizam a água para distribuir à população podem se beneficiar desse tipo de estudo. Visto que é a partir dos resultados desse tipo de análise que é levada em consideração a escolha da água para consumo, se realmente essa água pode ser usada e quais os gastos econômicos e os impactos que podem ser gerados a partir desse uso.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. R. S.; ARAÚJO, S. M. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; MEDEIROS, L. E. L. **Degradação ambiental no Açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande, Paraíba.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 1, p. 74-83, 2018.
- ARAÚJO, A. A.; FERREIRA, J. C.; SILVA, C. R. **Valoração econômica da bacia do Rio Bagagem, Iraí de Minas (MG).** Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, v. 10, n. 1, 2020. p. 8.
- ARAÚJO, A. A.; FERREIRA, J. C.; SILVA, C. R. **Análise da relação da dinâmica da paisagem com a crise hídrica em Iraí de Minas/MG.** Geosul, v. 34, n. 72, 2019. p. 141-157.
- BARBOSA, R. A. **Characterization and assessment of water quality in mountainous sub-basins on the Manhuaçu River, MG.** Advances in Forestry Science, v. 8, n. 4, p. 21-32, 2021.
- BITTENCOURT, C.; PAULA, M. A. S. D. **Tratamento de Água e Efluentes.** São Paulo: Saraiva, 2018. E-book.
- BORGES, T. C. S. **A Gestão dos Recursos Hídricos no Pará: Uma Análise do Uso Múltiplo da Água na Região de Santarém e suas Implicações.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará. 2019.
- BRAZ, S. N.; LONGO, R. M. **Bioindicadores de Poluição ambiental: um estudo bibliométrico.** Revista Científica ANAP Brasil, v. 12, n. 27, 2019.
- BRITTO, M.; BAPTISTA, G. M. M.; LIMA, E. A. **O estudo dos componentes do ciclo hidrológico desde métodos tradicionais até o uso de sensoriamento remoto: uma revisão.** Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo [online], v. 23, p. 44, 2019.
- CAMPOS, Carlos Fernando. **Biomonitoramento de cursos d'agua na região de Monte Carmelo - MG, utilizando TRADESCANTIA.** 2017. 33 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- CARNAÚBA, R. F.; NETO, J.V. F.; FERNANDEZ, L. C. S.; CARNAÚBA, R. K. L. V.; ROCHA, T. J. M.; XAVIER, V. N. **Análise dos parâmetros de coliformes totais e fecais em areia de praias urbanas de Maceió, Alagoas, Brasil / Analysis of total and fecal coliform parameters in sand on urban beaches in Maceió, Alagoas, Brazil.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 12, p. 115825-115848, 2021.
- CETESB. **Infoáguas.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>. Acesso em: 05 out. 2022.
- DAMAME, D. B.; LONGO, R. M.; OLIVEIRA, E. D. **Impactos ambientais pelo uso e ocupação do solo em sub bacias hidrográficas de Campinas, São Paulo, Brasil.** Acta Brasiliensis, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2019.

E-LICENCIE. **O que é Índice de Qualidade da Água – IQA e como calculá-lo no Excel?** Disponível em: <https://e-licencie.com.br/o-que-e-indice-de-qualidade-da-agua-iqa-e-como-calcula-lo-no-excel/>. Acesso em: 03 out. 2022.

FIGLIARO, C. H. U. **Avaliação da qualidade da água e análise do uso e ocupação de áreas de preservação permanente da cachoeira do pedregulho, no município de Castelo, ES.** Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640, v. 15, n. 3-4, p. 471-488, 2021.

FREITAGAS, Fernanda Lira; ZOLA, Jordana; TITOTTO, Silvia. **Mata Atlântica e ambiente construído: o potencial de aplicação de soluções bioinspiradas para o aumento dos índices de evapotranspiração na área urbana de São José dos Campos-SP.** Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, v. 10, n. 4, p. 576-599, 2021.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. **Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal.** Revista Ciência Agronômica: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2007.

GUIMARÃES, C. S.; BARBOSA, I. M. B. R. **Qualidade da água bruta e insumos utilizados em ETA do Agreste pernambucano.** CIENTEC - Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE, v. 9, n. 2, 2018.

IGAM. **Gestão das Águas.** Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/>. Acesso em: 06 out. 2022.

IBGE. **Cidades e Estados: Iraí de Minas.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/irai-de-minas.html>. Acesso em: 29 out. 2022.

JANZEN, Johannes Gerson; SCHULZ, Harry Edmar; LAMON, Antônio Wagner. **Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água.** Engenharia sanitária e ambiental, v. 13, p. 278-283, 2008.

MOREIRA, T. M.; SEO, E. S. M. **Reúso da água de chuva: uma alternativa sustentável para os períodos de escassez hídrica.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 1, p. 671-683, 2021.

NEVES, E.; GUTIERRES, M. I. A.; SILVA, P. F.; SANTOS, T. M. **Determinação da demanda hídrica através do uso de tanques evaporímetros.** Research, Society and Development, v. 11, n. 1, p. 78, 2022.

NUNES, C. S.; RHODEN, A. C. **Parâmetros de qualidade da água do Rio Quilombo localizado na bacia hidrográfica do Rio Chapecó.** Anais de Agronomia, v. 1, n. 1, p. 177-202, 2020.

PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. **Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas.** Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações, v. 2, p. 204. 2021.

PLANO Municipal de Saneamento Básico: produto 3 - diagnóstico técnico participativo. **ABHA, Gestão de Águas**. 2014. Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/download.php?file>. Acesso em: 08 nov. 2022.

PNQA – Portal da qualidade das águas. **Indicadores de qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <https://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 07 jun. 2022.

REIS, A. C. P.; GAMA, E. M.; MATOS, R. P. **Determinação dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Jequitinhonha na cidade de Almenara-MG**. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, v. 2, n. 11, p. 42, 2021.

ROCHA, J. C. S.; COSTA, L. E. K.; DAMASCENO, A. P. D. **Direito das águas - trajetória legal, conflitos e participação social**. Revista de Direito Sanitário, v. 18, n. 3, p. 143-166, 2018.

SANTOS, Renata Souza. **Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas**. Revista contexto & saúde, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013.

SANTOS, N. B. C.; SANTOS, R. H. G.; SILVA, R. F. **Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco** (Application of Multivariate Analysis and Resolution CONAMA 357/2005 for Analysis of Water Quality in Rivers of Pernambuco). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 5, 2018. P. 59-75.

SILVA, G. K. **Análise de projeções das mudanças climáticas sobre precipitação e temperatura nas regiões hidrográficas brasileiras para o século XXI**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online), v. 55, n. 3, p. 420-436, 2020.

SOBRE o CBH Paranaíba. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**. Disponível em: <https://cbhparanaiba.org.br/institucional/sobre-o-cbh-paranaiba>. Acesso em: 05 out. 2022.

SOLÓN, Pablo. **Alternativas sistêmicas: Bem Viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da Mãe Terra e desglobalização**. Editora Elefante, 2019. p. 272.

SPERLING, Eduardo von. **Afinal, quanta água temos no planeta**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, n. 4, 2006. p. 189-199.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017. p. 471.

STOLLE, Elaine Macedo. **Remoção de nitratos de água de drenagem agrícola utilizando biorreatores com diferentes fontes de matéria orgânica**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.

VENTIN, Purificació Canals. **Las áreas marinas protegidas: instrumentos para la conservación em el Mediterráneo**. Memorias de la Real Sociedad Española de História Natural, n. 15, p. 49-76, 2019.