

APLICAÇÃO DO AZUL DE METILENO NA MONITORIZAÇÃO DA POLUIÇÃO HÍDRICA NO RIO PRETO EM CONTRASTE COM MÉTODOS CONVENCIONAIS

Data de submissão: 08/10/2024

Data de aceite: 01/11/2024

Camila Silveira Andrade

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Pedro Augusto Batista Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Caline Patrícia da Silva Menezes

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Eduardo Ceser Gomes Couto

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Haley Vitor Saraiva Vieira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Débora Martins Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Mírian da Silva Costa Pereira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar a água do Rio Preto, no município de Unaí/MG, usando a técnica do azul de metileno (AM) em comparação com métodos usuais. Para cada ponto de coleta adotou-se uma metodologia baseada na análise da qualidade de água com a técnica do AM em comparação com métodos usuais: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. A técnica AM relata que a decomposição anaeróbia da matéria orgânica é realizada através de processos de redução. A partir das análises realizadas com o AM, observou-se a relação entre o grau e o tempo de descoloração da água, que representa o índice de contaminação da água. As colorações das amostras mantiveram-se inalteradas após 120 horas de observação, indicando que as amostras encontram-se adequadas para a utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação, poluição hídrica, qualidade da água.

APPLICATION OF METHYLENE BLUE IN THE MONITORING OF WATER POLLUTION IN THE PRETO RIVER IN CONTRAST WITH CONVENTIONAL METHODS

ABSTRACT: The objective of this work was

to analyze the water of the Rio Preto, in the municipality of Unai/MG, using the methylene blue (AM) technique in comparison with usual methods. For each collection point, a methodology was adopted based on the analysis of water quality with the AM technique in comparison with usual methods: temperature, pH, dissolved oxygen and electrical conductivity. The AM technique reports that the anaerobic decomposition of organic matter is carried out through reduction processes. From the analyzes carried out with AM, the relationship between the degree and time of water discoloration was observed, which represents the water contamination index. The color of the samples remained unchanged after 120 hours of observation, indicating that the samples are suitable for use.

KEYWORDS: Contamination, water pollution, water quality.

1 | INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida, sendo um recurso natural indispensável para os seres vivos (BACCI; PATACA, 2008; BRASIL, 2018; RIDDER VIEIRA; COSTA; BARRÊTO, 2006; SILVA *et al.*, 2019). É fundamental para a existência e manutenção da vida e, para isso, deve estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas (BRAGA *et al.*, 2005). A água é responsável pelo transporte de nutrientes em nosso organismo, representa valores sociais e culturais, além de ser utilizada como fator de produção para vários bens de consumo final.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) com relação à quantidade total de água disponível no planeta, apenas 97,5% da mesma não é apropriada para consumo ou para atividades industriais e agrícolas. Desse percentual, 2,5% são águas congeladas na Antártica, no Ártico e em geleiras. Portanto, apenas 0,5% da quantidade de água doce está disponível para os seres humanos. Os rios são as principais fontes de água potável do planeta e indispensáveis para a sobrevivência dos seres vivos (AL-ABOODI; ABBAS; IBRAHIM, 2018).

Seus benefícios englobam uma variedade de aspectos, desde a manutenção de um ecossistema saudável até o apoio às atividades humanas e industriais. A compreensão desses benefícios é essencial para o papel que a água desempenha em nossa biosfera. Mas, apesar desses benefícios, o ser humano, através de suas atividades econômicas e industriais, altera de maneira drástica a quantidade e, principalmente, a qualidade da água presente no planeta Terra (ANDRADE; PEREIRA, 2023).

A crescente urbanização, industrialização e mudanças climáticas têm exercido uma pressão significativa sobre os sistemas de abastecimento de água, na qual resulta em desafios complexos relacionados à sua qualidade. A qualidade dos recursos hídricos depende tanto do poder público quanto da sociedade, no sentido de valorizar, preservar e conservar estes recursos (COSTA *et al.*, 2012; VENANCIO *et al.*, 2015). Dessa forma, não só a água disponível no planeta, mas também a qualidade da mesma torna-se uma questão de preocupação crescente no cenário global, uma vez que a disponibilidade de água potável e saudável é fundamental para a sobrevivência de ecossistemas e comunidades humanas.

Os maiores desafios encarados pelos seres humanos no decorrer de sua evolução histórica e social, sempre requerem o uso crescente de água de boa qualidade. O aumento no consumo de água, seu desperdício, contaminação, poluição e a consequente alteração de sua qualidade, é equivalente ao crescimento populacional, principalmente no meio urbano, onde há grande saturação demográfica, gerando impactos gradativamente maiores ao meio hídrico (BATALHA, 1980). Desse modo, tornam-se necessários conhecimentos apropriados das potencialidades de autodepuração dos recursos hídricos e a adequada conservação dos mananciais, estabelecendo-se um austero controle a respeito da qualidade e quantidade da água, assegurando o abastecimento da humanidade e dos demais seres vivos para suas necessidades básicas (BATALHA; PARLATORRE, 1997).

O lançamento de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas, a destruição das áreas alagadas e da mata ciliar é uma das formas de maior poluição das águas, na qual causa grande deterioração e altas perdas em quantidade e qualidade da água. O dispêndio do tratamento de água para abastecimento público e a recuperação de águas superficiais são altos, o que salienta a importância da preservação e cuidados sobre os métodos de uso, tanto da própria água como também dos recursos naturais em geral (TUNDISI, 2003).

A coleta e análise de amostras de água em rios é um processo fundamental para monitorar a qualidade da água, estudar ecossistemas aquáticos e avaliar potenciais impactos ambientais. Por isso, é imprescindível levar em consideração os programas de monitoramento dos sistemas hídricos devido a necessidade de determinar os valores relacionados à contaminação e a qualidade da água para o uso em diferentes atividades.

Entretanto, a utilização de produtos para a determinação de contaminantes, por vezes, possui alto custo. Dessa forma, o uso do Azul de Metileno (AM) tem se mostrado eficaz e mais acessível. O Azul de Metileno atua como agente redutor através da decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, perdendo sua coloração e, assim, indicando o grau de poluição por matéria orgânica dos corpos de água em estudo (TROPPEMAIR, 1988).

A pesquisa sobre o AM e sua capacidade de agir como indicador da qualidade hídrica em rios e córregos no que se refere à poluição por material orgânico se desenvolveu através da observação dos elementos e a experimentação, deve oferecer confiabilidade aos resultados (MONTEIRO; VIADANA, 2009). Este trabalho tem como objetivo analisar a água do Rio Preto utilizando a técnica do azul de metileno em comparação com métodos usuais como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

2 | METODOLOGIA CIENTÍFICA

2.1 Pontos de coleta

As amostras foram coletadas em três lugares diferentes do Rio Preto em Unai/MG, cada um deles representa um ponto específico de análise. Os critérios para seleção incluíram locais de abastecimento de água, áreas com atividades agropecuárias em curso

e regiões frequentadas por nadadores, pescadores e animais que fazem uso direto da água. Essa seleção se baseia na premissa de que esses locais são expostos a diferentes níveis de contaminação ou alterações na qualidade da água devido às atividades humanas e à interação com a população local.

2.2 Coleta e avaliação das amostras *in loco*

Em cada ponto de coleta, foram obtidos volumes de 1000 mL de amostra de água, os quais foram transferidos para recipientes de plástico previamente autoclavados. Após as coletas efetuadas *in loco*, a temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido, utilizando medidores portáteis ou multiparâmetros, foram determinados tomando-se alíquotas separadas das amostras enviadas para o laboratório. Os equipamentos estavam devidamente calibrados com as respectivas soluções padrões. Os parâmetros foram avaliados respeitando-se os valores adequados para a preservação das amostras e o tempo limite para cada análise.

2.3 Temperatura

A temperatura da água é medida pela intensidade de calor através de um termômetro, a mesma exerce uma influência direta sobre os organismos aquáticos e nos demais parâmetros analisados. Cada amostra, alocada em um béquer de 250 mL, foi submetida à medição até a estabilização. A leitura foi efetuada com o bulbo do termômetro ainda dentro da água para não haver possíveis interferências.

2.4 Oxigênio dissolvido (OD)

A análise do oxigênio dissolvido (OD) é um importante teste a ser realizado tanto em águas poluídas quanto para águas sob processo de tratamento. Para esta avaliação utilizou-se o medidor Instrutherm MO-900. Após a ativação do dispositivo, uma sonda destinada à leitura do OD foi inserida na amostra. O aparelho registra um período de 30 segundos e o resultado é apresentado no visor, expresso em unidades de mg/mL.

2.5 Azul de metileno

Cada amostra de água foi colocada em uma proveta dosando exatos 50 mL e adicionou-se 0,3 mL do azul de metileno. A solução foi preparada mediante a dissolução de 1 grama de azul de metileno em 100 mL de água destilada. Para preservar as condições anaeróbicas, cada amostra foi vedada com papel filme, a fim de evitar a entrada de oxigênio e minimizar influências externas nos resultados.

As amostras foram armazenadas em uma caixa ao abrigo da luz e observadas em

intervalos regulares de 24 horas, durante um período de 120 horas (5 dias), para monitorar a coloração da água.

2.6 Potencial hidrogeniônico (pH) e Condutividade elétrica

A medida do potencial hidrogeniônico (pH) foi feita utilizando o medidor de pH e a condutividade elétrica foi feita através de um condutivímetro digital, embora também possa ser realizada por um multímetro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da análise das amostras de água coletadas no Rio Preto utilizando a técnica do azul de metileno (AM) foram comparados com métodos usuais. As análises físico-químicas realizadas ao longo do trabalho compreenderam a mensuração da temperatura, do pH, do oxigênio dissolvido, da condutividade elétrica e da avaliação do azul de metileno.

No dia 17 de abril de 2023, a primeira coleta de amostras de água foi realizada no Ribeirão do Brejo, entre 08h21 e 09h30. Após as coletas das amostras, as alíquotas foram homogeneizadas junto ao azul de metileno (Figura 1 A) e submetidas à análise durante o período de tempo delineado na metodologia.

Observe-se que não houve alteração na coloração azul do padrão após 120 horas de conservação e armazenamento protegido da luz (Figura 1B). A primeira imagem retrata a amostra de água ainda antes da adição do azul de metileno. Após o período de avaliação de 120 horas, a coloração permaneceu inalterada, fazendo com que o azul de metileno não sofresse instabilidade anaeróbica devido à presença de matéria orgânica. Este achado sugere que, sob as condições do experimento, o azul de metileno não foi sujeito a processos de manipulação anaeróbica, contribuindo para a compreensão da estabilidade da solução de azul de metileno utilizada na análise das amostras de água.

Esse fato é comprovado por Monteiro e Viadana (2009) ao relatarem que, caso a coloração da amostra permaneça inalterada após 120 horas, significa que a água encontra-se limpa, logo está livre do excesso de material orgânico que possa vir a gerar a eutrofização do curso d'água que está sendo analisado.

Contudo, desde o primeiro momento da amostra, contendo o azul de metileno, notou-se que a tonalidade do azul estava um pouco mais clara comparado a outros estudos. Diante disso, foi constatado que a proveta teve um impacto substancial na alteração da coloração. Verificou-se que o material de vidro utilizado na prova possibilitou uma maior passagem de luminosidade em relação às seringas de plásticos utilizadas por Monteiro e Viadana (2009) em sua pesquisa. Entretanto, as provetas de vidro permitem uma visualização mais clara e límpida do material analisado.

Conseqüentemente, para o presente experimento, o padrão de cor azul apresentou uma tonalidade mais suave do que a apresentada convencionalmente (Figura 1B). Este aspecto deve ser devidamente considerado em todas as análises realizadas neste estudo.



Figura 1 - Amostras da primeira coleta realizada em afluente do Rio Preto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na análise das amostras de água do segundo ponto de coleta, situado próximo à Pedra do Urubu, conforme citado na metodologia, a coleta ocorreu no dia 19 de junho de 2023, entre 07h45 e 08h20. Os resultados da coloração utilizando o azul de metileno revelaram que as amostras permaneceram, ao longo das 120 horas, com a coloração semelhante à apresentada na Figura 1 B. Esses resultados indicam que a água submetida à análise não manifestou indícios de contaminação ou poluição substanciais.

Estes achados enfatizam a importância de considerar não somente os valores qualitativos resultantes das análises, mas também avaliar as consequências globais. Além disso, aspectos com a seleção estratégica dos pontos de coleta, as características de poluição da água, a diversidade do ambiente e suas possíveis fontes de contaminação, os horários de coleta e as condições climáticas, emergem como fatores cruciais a serem contemplados. Esses aspectos informam de forma coletiva a compreensão integral da qualidade da água e das suas variabilidades no ambiente em análise.

O terceiro ponto de coleta, localizado próximo à ponte Abdon da Silva Salgado, foi avaliado no mesmo dia do segundo ponto de coleta, ocorrido entre 08h27 e 09h30. Nesse local constatou-se a presença mais acentuada de poluição hídrica em comparação aos pontos de coleta anteriores. Após realização da coleta, observou-se que a água do rio exibiu uma tonalidade mais escura e maior quantidade de impurezas visíveis. Contudo, mesmo diante dessas características, a coloração da amostra permaneceu inalterada em relação ao reagente utilizado.

Com a finalidade de avaliar a eficiência da técnica do azul de metileno, foram

analisados outros parâmetros (Tabela 1), *in loco*, a temperatura e o oxigênio dissolvido, enquanto em laboratório, o pH e a condutividade elétrica.

Parâmetros analisados	Unidades de medida	Amostras		
		1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta
Temperatura	°C	24,3	22,1	23,1
pH	-	6,09	5,97	5,99
Oxigênio dissolvido	mg/L	18,7	19,5	17,3
Condutividade elétrica	µS/cm	57,85	53,86	53,22

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas no Rio Preto, Unai/MG.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro ponto de coleta a temperatura registrada foi ligeiramente superior, atingindo 24,3 °C. No entanto, tal valor permaneceu dentro das normativas estabelecidas. De acordo com Bryant (1977), a temperatura média da superfície terrestre é de aproximadamente 15°C, a exceção desse parâmetro ocorre devido a processos geotérmicos, portanto as águas superficiais não apresentam temperaturas superiores a 35-40 °C. As medições do ponto de coleta 2 e 3 indicaram temperaturas de 22,1 °C e 23,1 °C, respectivamente. Esses resultados se alinham às condições térmicas da região, sem demonstrar variações significativas.

Conforme Von Sperling (2005), a temperatura da superfície é influenciada por múltiplos fatores, como a estação do ano, circulação do ar, período do dia, cobertura de nuvens, profundidade do corpo d'água, vazão, latitude e altitude. Portanto, embora o município de Unai seja caracterizado por temperaturas elevadas, o período de coleta coincidiu com a estação de outono, caracterizada por temperaturas mais amenas. Por isso, a escolha de horários de coleta durante períodos de menor temperatura, conforme mencionado na metodologia, contribuiu para a obtenção de leituras com maior precisão.

De acordo com a Tabela 1 os valores de oxigênio dissolvido nos três pontos de coleta permanecem dentro dos padrões para águas doces superficiais de classe I. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o OD deve se manter acima de 6 mg/L e acima de 5 mg/L para águas de classe II. As águas doces, salobras e salinas do território nacional brasileiro são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos, em treze classes diferentes. As águas de classe I podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, além de ser utilizada para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas. Águas de classe II se enquadram em águas de contato primário com pessoas, tais como natação, esqui aquático, mergulho e também atividades de pesca.

Isso significa que, ambientes pobres em oxigênio e ricos em matéria orgânica são propensos à proliferação de microrganismos anaeróbios (COSTA *et al*, 2003). Dessa forma,

há possibilidade desses ambientes abrigarem comunidades de vida aquática que incluem organismos como peixes, invertebrados, bactérias, plantas e outros componentes do ecossistema.

O pH registrado no primeiro ponto de coleta (pH = 6,09) ocorreu dentro dos parâmetros estabelecidos para águas doces superficiais das classes 1 e 2, conforme indicado na Resolução CONAMA 357/2005. Nesta resolução está previsto que o pH deve se manter dentro da faixa entre 6 e 9. No entanto, houve uma pequena redução no nível do pH se compararmos o primeiro ponto de coleta com o segundo e o terceiro, resultando em valores de pH de 5,97 e 5,99, respectivamente. Esses resultados podem ser considerados como possíveis fatores contribuintes para a análise final das amostras.

A influência do pH sobre os ecossistemas naturais se dá diretamente através de efeitos sobre os organismos de diversas espécies e indiretamente porque ele influi sobre a precipitação dos metais, define a razão entre várias formas de íons como os de carbonato e influi sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2009).

Os níveis de condutividade elétrica nos três pontos de coleta mantiveram-se dentro dos limites permitidos. Conforme apresentado pela CETESB (2009), águas doces superficiais com condutividade acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ podem ser suspeitas de estarem contaminadas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros de qualidade hídrica demonstram que as condições da água do Rio Preto estão dentro dos valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357 para águas doces. Assim como as análises com o corante azul de metileno, confirmam que não apresentaram nenhum grau de descoloração do azul de metileno nas amostras, ou seja, as mesmas encontram-se livres de poluição.

A presente técnica se mostra aplicável a unidades de abastecimento de água e saneamento de variados municípios, bem como a entidades governamentais e empresas atuantes no âmbito ambiental. Isso se deve à praticidade na avaliação da qualidade hídrica dos rios utilizando a técnica com o corante azul de metileno. O baixo custo também permite que essa técnica seja utilizada repetidas vezes abrangendo diferentes pontos de coleta, especialmente em áreas suscetíveis a elevados níveis de contaminação e poluição da água.

Com base nos resultados obtidos através das análises realizadas nos pontos de coleta do Rio Preto e em seus afluentes, o emprego do método utilizando o azul de metileno visa a melhoria do meio ambiente, principalmente por ser uma forma de determinação prática e rápida para detectar a poluição em rios, córregos e lagos.

Além disso, esta pesquisa contribui para beneficiar a comunidade do município de Unai/MG, dado seu potencial em proporcionar certo grau de tranquilidade à população,

pois as regiões próximas aos pontos de coleta e análise da água do rio mantêm uma qualidade satisfatória e estão isentas de contaminação significativa.

Contudo, é necessário realizar análises mais detalhadas na água do Rio Preto porque os resultados apontam para uma diminuição do pH nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente associada à presença da precipitação de metais na água. Portanto, há necessidade de uma investigação mais detalhada a fim de esclarecer e verificar a influência desses elementos que demandam análises mais minuciosas e específicas para a validação desses indícios.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG) da UFVJM pela concessão de bolsa através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFVJM) e ao Serviço Municipal de Saneamento Básico (SAAE).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA - ANA. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil**. Brasília. 2019.

AL-ABOODI, A. H.; ABBAS, S. A., & IBRAHIM, H. T. Effect of Hartha and Najibia power plants on water quality indices of Shatt Al-Arab River, south of Iraq. **Applied Water Science**, 8 (2), p. 1-10. 2018.

ANDRADE, C. S.; PEREIRA, M. S. C. **Análise da água de efluente do Rio Preto usando a técnica azul de metileno em comparação com métodos usuais**. I InovaAgroFlorestal. Diamantina-MG. 2023.

BACCI, D. D. L. C., & PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, 22, p. 211-226. 2008.

BATALHA, B. L. **A dispersão ambiental das substâncias químicas**. São Paulo: Cetesb, 1980.

BATALHA, B. L. e PARLATORRE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: Cetesb, 1977.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S., **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 2011.

BRASIL. **Qualidade da Água para Consumo Humano cartilha para promoção e proteção da saúde**. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR. 180 p.: il. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, p. 1-43, 2009.

COSTA, A. F. S.; TEIXEIRA, C. M.; SILVA, C. S.; NASCIMENTO, J. A.; OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA Q. Y. & DE JESUS SILVA, M. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, 1(1), pag. 67-73. 2012.

COSTA, S.M.F. **Eficiência de Wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colifagos e bacteriófagos**. Revista de biologia e ciência da terra. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Saneamento Básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico 2017**. Rio de Janeiro: IBGE. ISBN 978-85-240-4467-0. 2018.

MONTEIRO, A. B.; VIADANA, A. G. **ANÁLISE DE POLUIÇÃO DA ÁGUA: A técnica do Azul de Metileno**. 2009.

RESOLUÇÃO CONAMA. 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. 2005.

RIDDER VIEIRA, A.; COSTA, L.; & BARRÊTO, S. R. **Água para Todos: Livro das Águas**. 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE MINAS). **Diagnóstico do município de Unai**. Belo Horizonte: Sebrae Minas, 1999.

SILVA, A. B.; SILVA, J. D. C.; DE MELO, B. F.; DO NASCIMENTO, R. F.; DUARTE, J. D. S.; & DA SILVA FILHO, E. D. Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, 6 (1). 2019.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TROPMAIR, H. **Metodologias simples para pesquisar o Meio Ambiente**. Rio Claro: Edição do Autor. 1988.

TUNDISI, J.G. **Água no século XX: enfrentando a escassez**. 2.ed. São Carlos: Rima. 2003.

VENANCIO, D., SANTOS, R., CASSARO, S., & PIERRO, P. A crise hídrica e sua contextualização mundial. **Enciclopédia Biosfera**. 2015.