

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DE
NASCENTES EM ZONA URBANA CONSOLIDADA-
SINOP, MT**

GUILHERME MODESTO SANTANA

SINOP-MT

2022

GUILHERME MODESTO SANTANA

**QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DE NASCENTES EM ZONA
URBANA CONSOLIDADA- SINOP, MT**

Orientador(a): **Prof.^a Dr.^a ROSELENE MARIA SCHNEIDER**

Trabalho de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso
UFMT Câmpus Universitário de Sinop,
como parte das exigências para obtenção
do Título de Engenheiro Agrícola e
Ambiental.

SINOP-MT

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S232q Santana, Guilherme Modesto.
Qualidade da água superficial de nascentes em zona urbana consolidada- Sinop, MT / Guilherme Modesto Santana. -- 2022
44 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Roselene Maria Schneider.
TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2022.
Inclui bibliografia.

1. urbanização. 2. preservação. 3. microrganismos. 4. oxigênio-disponível. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

**TÍTULO DO TRABALHO: QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DE
NASCENTES EM ZONA URBANA
CONSOLIDADA- SINOP, MT**

ACADÊMICO(A): GUILHERME MODESTO SANTANA

ORIENTADOR(A): ROSELENE MARIA SCHNEIDER

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a ROSELENE MARIA SCHNEIDER - Presidente da Banca

Prof.^a Dr.^a TANIA MARIA DE CARVALHO - Membro

Prof.^a Dr.^a MILENE CARVALHO BONGIOVANI ROVERI – Membro

B.ela. URSULA MAIRA MACIEL RIGON LEÃO - Membro

Roselene maria schneider

Prof.^a Dr.^a ROSELENE MARIA SCHNEIDER
Presidente da Banca

DATA DA DEFESA: 22 de Novembro de 2022.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus pela vida, o sustento, a direção, e por proporcionar a mim, viver esta experiência.

Aos meus pais, Eva e Edmar, pela provisão, cuidado, e por acreditarem no meu potencial, sonhando juntamente comigo, o sonho de se tornar um engenheiro. Espero honrá-los com este objetivo alcançado.

Aos meus amigos, Joyce Ribeiro Martins, Klecio Ramon da Silva Santos e Larissa Gabriela Portiliotti de Paula, pela união e companheirismo, ao compartilharmos alegrias, tristezas, tensões e descontrações, durante todos esses anos de graduação.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Roselene Maria Schneider, pelos ensinamentos, orientações, e atenção as dúvidas e solicitações, durante todo o período trabalhando juntos.

Aos meus avós, Maria, Ganabriel, Hilda e Luis, que não mediram esforços em me ajudarem, torcerem ao meu favor e sempre preocuparem comigo.

Aos familiares, que me apoiaram em todos os momentos, durante o período de graduação. E aos demais colegas que foram importantes durante a caminhada, cooperando no avançar dos semestres e disciplinas.

Por fim, agradeço ao curso de Engenharia Agrícola e Ambiental e a todos docentes, pela contribuição na formação profissional e pelos ensinamentos compartilhados.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
REVISÃO DE LITERATURA	13
Água e as nascentes	13
Legislação e os seus desafios	14
Uso e ocupação.....	16
Poluição hídrica	17
Qualidade da água	17
MATERIAL E MÉTODOS	20
Área de Estudo	20
Pontos de Coleta	20
Coleta de amostras e análises laboratoriais.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
Características gerais	25
Fatores Físicos	26
Temperatura.....	26
Cor Aparente.....	27
Turbidez	28
Fatores Químicos	29
Clorofila a.....	29
Condutividade Elétrica	30
Nitrato	31
Nitrito.....	32
Oxigênio Dissolvido.....	32
pH	33
Fatores Biológicos	34
Coliformes Termotolerantes	34
Demanda Bioquímica de Oxigênio	35
Considerações	36
CONCLUSÃO	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores máximos, médios e mínimos das temperaturas da água e do ar dos quatro pontos de coleta	27
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pontos de Coleta.....	20
Figura 2 – Mapa de localização das nascentes estudadas, no município de Sinop-MT.....	21
Figura 3 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Nilza (N1), Parque Jardim Botânico.....	21
Figura 4 - Imagem espacial do ponto de coleta do Ribeirão Neusa (N2).	22
Figura 5 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Iva (N3), Parque Florestal Municipal.....	23
Figura 6 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Janaina (N4).....	23
Figura 7 - Condições vegetativas as margens da via pública e os traços de acesso de pessoas ao córrego Nilza, N1.....	25
Figura 8 - Crescimento vegetativo e alteração visual do ribeirão Neusa, N2.	26
Figura 9 - Descarte incorreto de resíduos e sinais aparentes de captação de água no córrego Janaina (N4).....	26
Figura 10 - Valores de cor aparente, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	28
Figura 11 - Valores de turbidez, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	28
Figura 12 - Valores de clorofila a, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	29
Figura 13 - Valores de condutividade elétrica, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	30
Figura 14 - Valores de nitrato, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	31
Figura 15 - Valores de nitrito, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	32
Figura 16 - Valores de oxigênio dissolvido, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	33
Figura 17 - Valores de pH, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.	34
Figura 18 - Valores de coliformes termotolerantes, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	35
Figura 19 - Valores de demanda bioquímica de oxigênio, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.....	36

RESUMO

Em função da expansão urbanística, as condições de qualidade e preservação dos recursos hídricos ali presentes são colocadas sob pressão, decorrente da supressão da vegetação, as condições de uso e ocupação do solo e do aporte de resíduos sólidos e líquidos ao corpo hídrico. Portanto o presente trabalho visou analisar a qualidade hídrica de nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT. Com esse propósito buscou-se avaliar as condições físicas, químicas e microbiológicas, em quatro nascentes, por meio de aferições a campo e análises laboratoriais, de onze parâmetros de qualidade. Os resultados mostraram diferenças nos valores de coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido entre pontos e ao longo do período de coletas, apresentando ambientes aquáticos que sofreram algum tipo de impacto, colocando em risco a sobrevivência da fauna aquática e sujeitando-se ao desenvolvimento de espécies vegetativas e microbiológicas indesejadas. Mediante as respostas de qualidade, conclui-se que aspectos físicos e químicos apresentam boas condições, entretanto, quando analisados os parâmetros biológicos, os resultados mostram ambientes alterados, que necessitam de um acompanhamento técnico, atividades de conscientização e preservação das nascentes e do ambiente ao seu redor.

Palavras chave: urbanização, preservação, microrganismos e oxigênio-disponível.

ABSTRACT

Due to urban expansion, the quality and preservation conditions of the present water resources are put under pressure, due to the vegetative suppression, the conditions of use and occupation of the soil and the contribution of liquid and solid waste, to the hydrous body. Therefore, the present work aims to analyze the water quality of springs in a consolidated urban area of Sinop-MT. For this purpose, we sought to evaluate the physical-chemical and microbiological conditions in four springs, through field measurements and laboratory analysis, of eleven qualitative parameters. The results showed, differences in the values of thermotolerant coliforms, biochemical oxygen demand, and dissolved oxygen between points and over the period of collections, presenting aquatic environments that have suffered some typing of impact, putting at risk the survival of water fauna and subject to the development of unwanted vegetative and microbiological species. Through the quality answers, it concludes that the physical-chemical aspects present good conditions; however, when the biological parameters are analyzed, they result in altered environments that need technical monitoring, awareness-raising activities, and preservation of the springs and the surrounding environment.

Key-Words: urbanization, preservation, microorganisms and oxygen-available.

INTRODUÇÃO

As nascentes compõem o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, surgindo do afloramento da água infiltrada e percolada pelo solo. São de suma importância na constituição de cursos d'água, participando ativamente na manutenção de água em rios perenes (LEAL *et al.*, 2017).

Avaliar a qualidade hídrica das nascentes auxilia na tomada de decisões sobre as estratégias de proteção e manutenção do ambiente. A qualidade da água é avaliada por meio de parâmetros de qualidade, ou seja, são aferições das condições químico-físico-biológicas da água (MACEDO; REMPEL; MACIEL; 2018).

A alteração das características químicas, físicas e biológicas de um corpo hídrico ocorre devido a fatores naturais e a influência de atividades antrópicas, que promovem o desequilíbrio de compostos e índices da água, importantes na manutenção do sistema (RAMOS OKUMURA, 2020).

Processos pluviométricos, sedimentações, incentivos à urbanização e ao desenvolvimento agrícola e industrial (FINKLER *et al.*, 2015), são exemplos de implicações que podem contribuir negativamente com a alteração das características dos recursos hidrológicos.

Atividades como o avanço territorial indevido em áreas de preservação permanente e matas ciliares, ou modificações das características naturais, como obras de infraestrutura indevidas, despejos de esgoto e resíduos às margens de nascentes, provocam repreensíveis impactos ambientais. Essas modificações expõem corpos hídricos e a área ao entorno do curso hídrico a quantidades significativas de cargas poluidoras que contribuem com alterações da qualidade, levando as águas a atingirem valores de parâmetros qualitativos em desacordo aos permitidos pela Resolução Conama nº 357, de 2005 (BRASIL, 2005).

O monitoramento e o incentivo a projetos de estudos e análises da qualidade hídrica identificam quantitativamente e qualitativamente as influências que um curso d'água recebe durante o seu escoamento, e ou como essas condições o afetam.

Ambientes preservados, ausentes de interferências antrópicas, possuem boas características de qualidade hídrica (MARMONTEL, 2014). Também quando medidas e políticas público-privadas atuam em função da prevenção, mitigação e remediação de ações poluidoras e intervenções no corpo hídrico, tem-se ambientes mais preservados e de melhor qualidade.

Em contribuição à ciência dos recursos hídricos, o presente trabalho, tem como objetivo monitorar as características de qualidade da água de quatro nascentes urbanas do município de Sinop-MT, avaliando parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, durante o

período de maio a setembro de 2022. Com as informações da qualidade da água será possível identificar se há interferências antrópicas.

REVISÃO DE LITERATURA

Água e as nascentes

A água é um bem finito, importante para todos os seres vivos, responsável pela manutenção de um ecossistema, garantindo o desenvolvimento e vitalidade ao meio ambiente e aos seus envolvidos. Por se tratar de um bem findável e essencial aos seus consumidores, as condições de qualidade e quantidade devem ser conhecidas para as demais finalidades de uso (MEDEIROS *et al.*, 2016).

A Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, denominada Política Nacional dos Recursos Hídricos, fundamenta-se em seu Artigo 1º. (BRASIL, 1997),

“I - a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. [...]”.

A legislação garante o direito ao acesso e consumo a população brasileira, descentralizando a gestão do recurso por meio de órgãos privados, sendo de responsabilidade do gerenciamento e manejo da água, realizado pelo estado, consumidores e sociedade civil.

Os principais mananciais de água são superficiais e os subterrâneos. Ambos têm sua disponibilidade pelo fluxo de entradas e saídas de água, denominado balanço hídrico, que retrata a visualização do ciclo hidrológico em função de um período de tempo (MARTINHAGO *et al.*, 2021).

Uma das principais conexões entre o regime superficial e o subterrâneo são as nascentes, devido ao seu surgimento pelo afloramento superficial da água subterrânea (PEREIRA; LUDKA, 2021).

Períodos de redução da ocorrência de precipitação, em regimes climatológicos de estiagem, condicionam a manutenção dos corpos hídricos devido as nascentes (SILVA; ANDRADE; WEBLER, 2019), que controlam a vazão e mantêm o escoamento ininterrupto em seu curso.

A necessidade de redes de preservação das nascentes parte do pressuposto que a fonte de manutenção dos cursos d'água precisam manter boas condições de qualidade e escoamento, para o devido fluxo fluvial e a distribuição hídrica adequada aos consumidores (MACHADO, 2018).

Legislação e os seus desafios

A legislação nacional brasileira, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, referente ao Código Florestal Brasileiro determina que em regiões em que se encontram nascentes e olhos d'água estas sejam protegidas por áreas de preservação permanente (APP), qualquer que seja a topografia, pela manutenção e preservação da vegetação nativa, com raio mínimo de 50 m (BRASIL, 2012).

Entretanto, na mesma Lei, Artigo 8º, estão estabelecidas as condições específicas para os casos de disponibilidade de uso da área onde ocorram a necessidade de intervenção ou supressão da vegetação nativa, “Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei. § 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.” (BRASIL, 2012).

Há casos em que o estabelecimento de APP não garante que toda área dentro do raio de preservação esteja preservada ou com a vegetação nativa. O estudo da microbacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim (PENSA CORRÊA; TONELLO; FRANCO, 2016), descreve que mais de 30% da área de preservação permanente, estavam com o solo sem cobertura. Semelhantemente, na análise de duas propriedades em Itu e Sarapuí, Faria *et al.* (2014)) relataram alterações nas áreas de APP em nascentes próximas a reservatórios de água ali existentes.

A preservação das características vegetativas nativas em áreas protegidas, denominado por matas ciliares (SILVA *et al.*, 2009), contribuem para a preservação do estado físico e químico do solo e da água presentes naquele território.

Matas ciliares são mecanismos importantes, a elevação do volume de água pluvial infiltrada, a redução de processo erosivos, e ao ajuste das vazões e do potencial de diluição dos corpos d'água (RODRIGUES; OKAWA; FONTANA, 2021).

As contribuições de áreas de preservação permanente aos corpos hídricos, possibilitam estabelecimento de condições de qualidade hídrica em conformidade a resolução Conama 357, de 17 de março de 2005, estabelecendo padrões de qualidade pautados nas condições de uso, visando o atendimento dos usos mais exigentes, como descrito no seu Artigo 3º (BRASIL, 2005).

O artigo 4º, refere-se ao enquadramento em classes dos corpos d'água de água doce,

“Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho,

conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho,

conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de

esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou

avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística [...].

A classificação é determinada a partir de estudos das bacias hidrográficas, estabelecendo aos trechos dos corpos d'água sua devida classe, aliada a exigência qualitativa, entretanto há uma quantidade de corpos hídricos e bacias que foram não estudados, sendo assim embasados legalmente da resolução 91, Art. 15., do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 05 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008):

“Art. 15. Na outorga de direito de uso de recursos hídricos, na cobrança pelo uso da água, no licenciamento ambiental, bem como na aplicação dos

demais instrumentos da gestão de recursos hídricos e de meio ambiente que tenham o enquadramento como referência para sua aplicação, deverão ser considerados, nos corpos de água superficiais ainda não enquadrados, os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água.

§ 1º Caberá à autoridade outorgante, em articulação com o órgão de meio ambiente, definir, por meio de ato próprio, a classe correspondente a ser adotada, de forma transitória, para aplicação dos instrumentos previstos no caput, em função dos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água.

§ 2º Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista no parágrafo anterior e estabeleça a classe correspondente, poderá ser adotada, para as águas doces superficiais, a classe 2 [...]”.

A definição como corpos hídricos de classe 2, condiciona aos padrões de qualidade estabelecidos na resolução aos mesmos, estabelecendo limites aos parâmetros, possibilitando avaliação de análises e comparação as condições qualitativas esperadas no corpo d'água.

Uso e ocupação

Quando em uma área as interferências antrópicas começam a implicar nas características da localidade, abre-se o questionamento sobre o tipo e forma de uso e ocupação daquele território. O trabalho de Vanzela; Hernandez; Franco, (2010) identificou que áreas de preservação vegetativa, total ou minimamente impactadas por ações antrópicas, possuíam melhores resultados em relação a condições de vazões e qualidade da água, quando comparado a áreas habitacionais, áreas degradadas e regiões de intensa atividade de manejo, como áreas de culturas.

A relação entre vegetação, solo e água expressam a integração e dependência entre si, e mínimas alterações em um dos fatores podem desencadear uma série de situações e problemas que implicam diretamente na atividade de uso daqueles recursos. Dentre os parâmetros, a água é o elemento mais suscetível a apresentar alterações qualitativas, devido as suas múltiplas formas e distribuições, atuando de diferentes maneiras com o ambiente.

À medida que processos urbanísticos, industriais e agropecuários se desenvolvem em uma região, apresenta-se uma relação inversamente proporcional entre o crescimento infraestrutural e de práticas produtivas, em relação ao estado qualitativo dos corpos hídricos (MENEZES *et al.*, 2016).

Poluição hídrica

O descarte incorreto de resíduos às margens ou em fluxos de escoamento superficial, a contribuição excessiva de compostos biológicos, orgânicos, inorgânicos de ordem agrícola (PIOVESAN *et al.*, 2021), a falta de saneamento básico e o lançamento de líquidos de forma clandestina, sem o devido tratamento ou liberação dos órgãos regulamentadores, se caracterizam como ações poluidoras.

As influências das atividades antrópicas em rios e córregos, são descritos em muitos trabalhos. Freire; Casto (2014) apontaram dados de desestabilização da quantidade ideal de oxigênio dissolvido e nitrato em rios em decorrência da predominância de áreas expostas e de pastagem, com a intensa atividade da criação de bovinos. Schneider *et al.* (2011) relataram, pela análise de dois pontos de coleta no rio Pirapó, indicativos de lançamentos clandestinos de esgoto e o lançamento de efluentes, uma vez que foram observadas elevações de concentração de sólidos dissolvidos e coliformes.

Em reportagem a um canal de notícias, divulgou-se a informação de que o órgão ambiental do estado de São Paulo, detectou a contaminação do meio hídrico e a mortandade de peixes, em que as análises da qualidade da água, identificou à redução significativa da quantidade de oxigênio dissolvido disponível. Acredita-se que a contaminação provenha de um empreendimento que provocou o derramamento de vinhaça à rede fluvial (ASSENCIO, 2022).

Qualidade da água

A qualidade da água reflete o cenário das condições de conservação de uma bacia hidrográfica (SOUZA; GASTALDINI, 2014). Alterações da qualidade da água possuem ocorrência desde as nascentes, devido aos despejos lançados ao recurso hídrico, em decorrência da deficiência estrutural de sistemas de tratamento e controle de poluentes lançados, além de falhas nos sistemas de saneamento, aliados aos mecanismos de abastecimento e manutenção hídrica dos domicílios, contribuem para o aumento dos níveis de contaminação (BRASIL, 2006).

Em decorrência as múltiplas interações, a água se torna suscetível a distúrbios ocasionados pelas ocorrências naturais ou de ordem antrópica (BONIFÁCIO; NÓBREGA, 2021). A interferência externa ao meio hídrico proporciona o desequilíbrio dos parâmetros físico-químico-biológicos do corpo d'água, sujeitando a necessidade de avaliação e realização de análises, que determinarão possíveis alterações e riscos à saúde dos consumidores daquele recurso hídrico (REIS; AMADO; BENVENUTI; 2022).

Condições climatológicas são determinantes na influência sobre a temperatura da água, pois a incidência de raios solares e a deficiência vegetativa às margens de rios, torna-

os suscetíveis ao recebimento direto de raios solares, podendo ocasionar diferenciação da velocidade natural dos fenômenos químicos da água (POERSCH; SEBASTIEN, 2021).

A dinâmica de escoamento superficial e subterrâneo e a atividade microbiológica são fatores determinantes na quantificação de cor e turbidez em um corpo hídrico, pois delas é possível identificar intervenções, de origem antrópica ou natural, que alteram a composição química fluvial (RODRIGUES; AQUINO; CORDEIRO, 2020).

Intervenções humanas, de ordem urbana ou agrícola, podem influenciar na ascensão de valores de condutividade elétrica (MEDEIROS; SILVA; LINS, 2018), proporcionados pela elevação dos compostos iônicos no corpo hídrico. Outro fator determinante é o clima, que demonstra um desbalanceamento sazonal dos valores de condutividade elétrica, registrando valores maiores em períodos de menor precipitação (MARINHO *et al.*, 2020).

Proveniente da relação entre o nitrogênio e o oxigênio, nitrito e nitrato são importantes indicadores de fontes poluidoras, podendo ser provenientes de atividades agrícolas e da matéria orgânica (ARAUJO, 2022), sendo fatores de alerta quando encontrados em concentrações superiores aos limites estabelecidos, devido ao potencial tóxico e o risco de desenvolvimento de metemoglobinemia e toxinas cancerígenas a saúde humana (CÚÑEZ, 2013).

A clorofila *a* é um fator importante na identificação da biomassa de seres fotossintéticos em corpos hídricos (SILVA JUNIOR *et al.*, 2020), sendo crucial no entendimento da evolução e crescimento de algas e fitoplâncton no meio, que dificultam o consumo seguro da água (SERBETO *et al.*, 2021).

A comunidade biota existente nos cursos d'água dependem da quantidade de oxigênio dissolvido para o consumo, oxigênio qual é proveniente da relação entre a água e a atmosfera, de reações químicas no seu interior e pela atividade fotoquímica das plantas aquáticas (UFRRJ, 2022). Baixas quantidades disponíveis de OD são decorrentes do consumo do de oxigênio por microrganismos na decomposição de matéria orgânica e podem provocar a morte de espécies integrantes a aquele ambiente aquático (CETESB, 2022).

A demanda bioquímica de oxigênio, é definida por Araújo Júnior (2020) como um indicativo a disponibilidade de oxigênio dissolvido aos organismos aeróbios, realizarem suas funções oxidantes, sendo o parâmetro, importante a preservação dos corpos hídricos contra mecanismos poluidores, originários de fontes orgânicas, como a atividade decompositora dos organismos microbianos (SOUZA, 2021).

Os coliformes são parâmetros biológicos, divididos em coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*, definidos pela portaria Nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério De Saúde, Artigo 4º, do segundo capítulo (BRASIL, 2000), como:

“VI. coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ti-galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII. conformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII. *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos [...]

A presença desses microrganismos na água coloca em risco o seu consumo seguro, em decorrência da patogenicidade dos coliformes (FRANCO; ARCOS; PEREIRA, 2018).

O levantamento de dados sobre a qualidade da água contribui para o acompanhamento do estado de conservação do ecossistema hídrico. De acordo com Faria (2022) há a necessidade de ampliação de investigações sobre a qualidade hídrica, de modo a identificar os poluentes e a sua origem, entretanto, muitos desafios são encontrados.

A ampliação de programas de incentivos a pesquisa e ao estudo dos corpos hídricos preencheria lacunas, embasando metodologias gerais para atividades de conscientização, medidas fiscalizatórias e aos mecanismos de controle de atividades poluidoras.

O equilíbrio entre o consumo e a preservação dos recursos hídricos, garantindo condições adequadas quali-quantitativas, só será possível com as redes de monitoramento e inspeção, com administração dos dados analisados do rio e a adoção de um sistema de gestão hídrica (ANA, 2022).

Com a perspectiva de crescimentos demográficos, a ampliação de atividades industriais, a expansão urbanística, e a ampliação da quantidade total de produção agrícola, medidas de preservação e conservação dos recursos hídricos serão imprescindíveis para garantia de boas condições de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Sinop, localizado no médio norte de Mato Grosso, Brasil, posiciona-se como uma das principais cidades da região, sendo polo estratégico da instalação de comércios, indústrias e prestadores de serviços (SEFAZ-MT, 2010). Está interligado às cidades próximas e a capital do estado pela rodovia BR-163, além das rodovias estaduais que a acessam as cidades vizinhas. É um dos principais escoadores de produção do estado e participante do processamento de commodities na região.

Sua posição geográfica é definida pelas coordenadas 11°50'53"S e 55°38'57"W (SINOP, 2022), com altitude média de 384 metros.

Segundo a classificação Koppen, Sinop está inserida em uma região de clima tropical, possuindo duas estações bem definidas, seca e chuva, com temperaturas médias anuais superiores a 18 °C (SOUZA *et al.*, 2013).

Pontos de Coleta

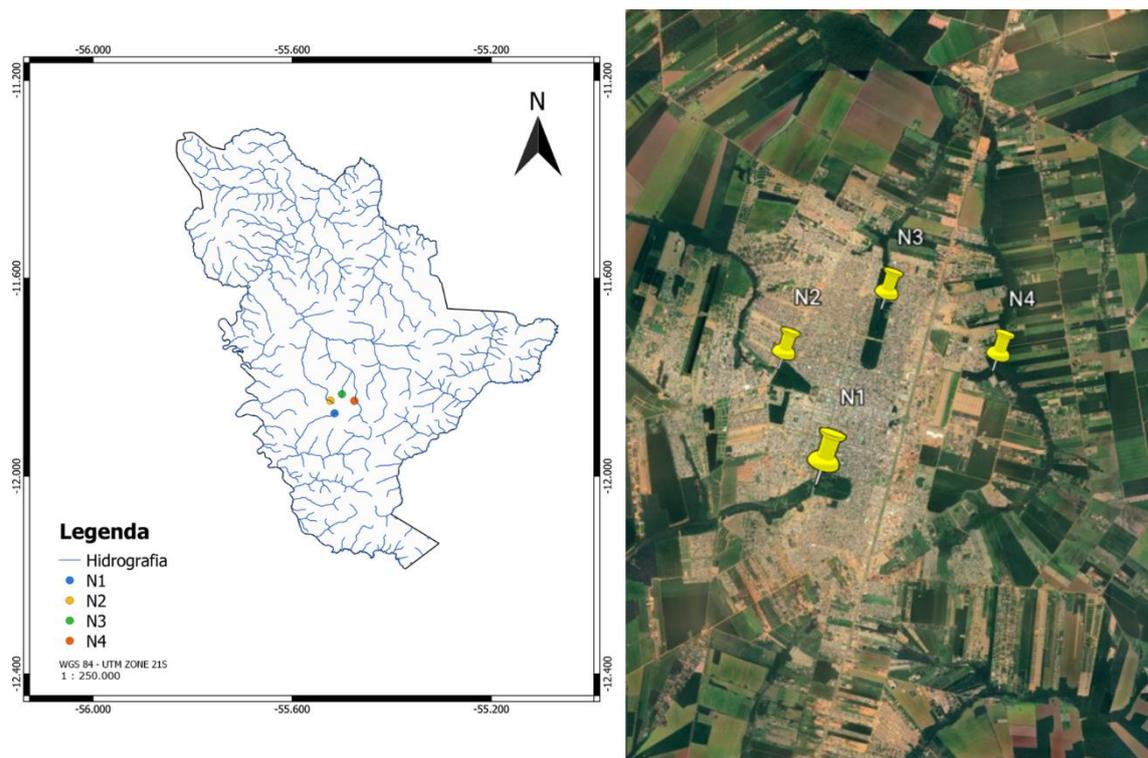
Para o monitoramento da qualidade da água foram escolhidos 4 pontos de amostragem, exibidos nas Figuras 1 e 2, que contemplam trechos que representam as nascentes urbanas.

Figura 1 - Pontos de Coleta.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 2 – Mapa de localização das nascentes estudadas, no município de Sinop-MT.



Fonte: Autor; Google Earth, 2022.

O primeiro deles é o córrego Nilza (N1), situado no Parque Jardim Botânico (Figura 3), coordenadas $11^{\circ}52'22.8''S$ $55^{\circ}30'53.1''W$, caracterizado por uma região de mata preservada, onde localiza-se o viveiro municipal, entretanto, passa por obras de um projeto de infraestrutura pública de incentivo ao lazer, saúde e turismo, iniciado no ano de 2022.

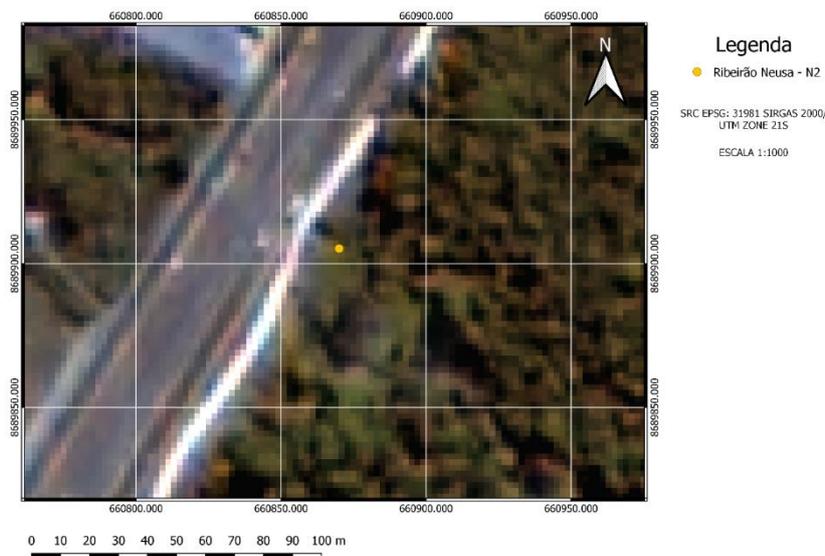
Figura 3 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Nilza (N1), Parque Jardim Botânico.



Fonte: Autor, 2022.

O segundo ponto de coleta, no ribeirão Neusa (N2), coordenada $11^{\circ}50'50.3''S$ $55^{\circ}31'23.5''W$, está localizado na área de reserva florestal (Figura 4), situada aos fundos do Câmpus da Universidade Estadual de Mato Grosso, UNEMAT, local com presença de vegetação nativa, porém apresenta alterações em sua estrutura, em decorrência de obras de pavimentação na lateral da vegetação, e obras de canalização do curso d'água, devido ao cruzamento com a avenida André Antônio Maggi.

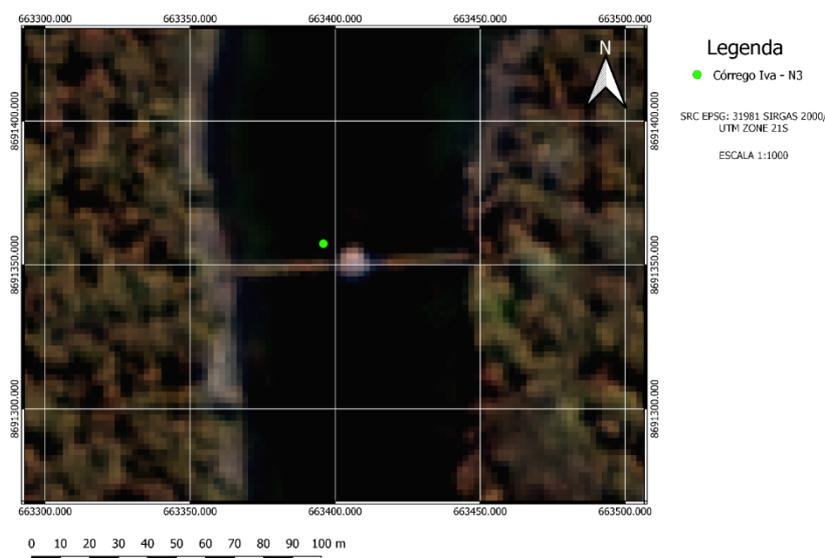
Figura 4 - Imagem espacial do ponto de coleta do Ribeirão Neusa (N2).



Fonte: Autor, 2022.

O terceiro ponto, com coordenadas $11^{\circ}50'02.9''S$ $55^{\circ}30'00.1''W$ está localizado no interior do Parque Florestal Municipal (Figura 5), sendo coletadas amostras das águas do lago represado, que é alimentado pelo córrego Iva (N3). O local de coleta foi escolhido devido à falta de acesso nos trechos a montante do lago. O parque é um importante ponto turístico da cidade, com a presença de trilhas, áreas de vivência e decks de passeio sobre o lago, de ampla visitação pública e preservação da flora e fauna regional.

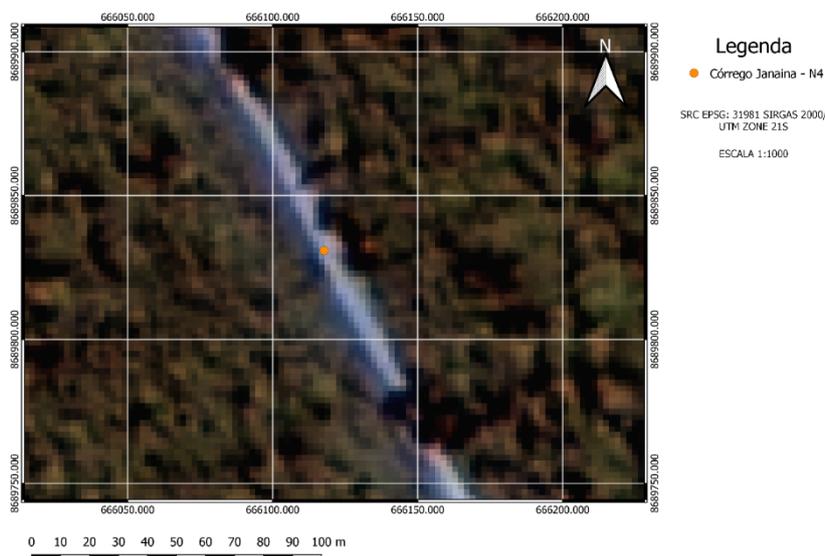
Figura 5 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Iva (N3), Parque Florestal Municipal.



Fonte: Autor, 2022.

O quarto e último ponto está localizado no córrego Janaina (N4), coordenadas $11^{\circ}50'51.8''S$ $55^{\circ}28'30.1''W$, aos fundos do bairro Cidade Jardim (Figura 6), área de conciliação de vegetação nativa, chácaras e empreendimentos privados, acessados por via não pavimentada, que cruza sobre o curso d'água.

Figura 6 - Imagem espacial do ponto de coleta do Córrego Janaina (N4).



Fonte: Autor, 2022.

Coleta de amostras e análises laboratoriais

A coletas foram realizadas mensalmente no intervalo entre maio/2022 e setembro/2022, período característico pela falta de chuvas, sendo executadas durante o

período matutino. Todas elas foram numeradas de 1 a 5, identificando as coletas realizadas em maio (1), junho (2), agosto (3 e 4) e setembro (5).

As amostras foram coletadas em recipientes plásticos, demarcados para cada ponto de coleta, e em frascos de vidro, devidamente preparados, para amostragem das análises de coliformes. Os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (temperatura do ar (Tar), temperatura da água (Tag)) foram aferidos *in situ*. Posteriormente as amostras foram coletadas diretamente ou com a utilização de balde. Após, as amostras foram acondicionadas e direcionadas em caixas térmicas, segundo recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Em laboratório foram realizadas análises dos parâmetros biológicos: Coliformes Termotolerantes (CT) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); os parâmetros físicos: Cor Aparente, Turbidez (TB); e os parâmetros químicos: Clorofila a (CL), Condutividade Elétrica (CE), Nitrato (NA), Nitrato (NI) e pH.

Os coliformes termotolerantes (NMP) foram quantificados pela metodologia de tubos múltiplos; a DBO (mg L^{-1}) foi aferida pelo método de incubação sem diluição, a 20°C , durante 5 dias; a condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) foi aferida utilizando o condutivímetro (Modelo Edutech DDS 120W); a cor (mg Pt Co L^{-1}) era determinada em colorímetro (Modelo Hach DR 900); as temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) Tag e Tar foram mensuradas por termômetro de mercúrio, em sombra sem incidência de sol para Tar, e mergulhada a 10 cm de profundidade na água para Tag; a turbidez foi determinada utilizando um turbidímetro (Modelo Policontrol AP2000); a clorofila a era aferida pelo método de extração com uso de metanol; o nitrato (mg L^{-1}) era quantificado pelo método de redução de cádmio, o e nitrito (mg L^{-1}) por meio do método de sulfato ferroso (mg L^{-1}); a aferição de OD era feita por oxímetro (Modelo Digimed DM-4P); e o valor de pH foi aferido com o medidor de pH de bancada (Modelo MS Tecnoyon Luca-210p).

Os valores encontrados nas análises, serão comparados aos padrões de qualidade da água, previstos na resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, que estipula valores limites dos parâmetros, segundo as classificações específicas dos corpos hídricos, considerando os ambientes como classe 2.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Água e Resíduos (LAR), localizado na Universidade Federal de Mato Grosso, câmpus Sinop-MT.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Características gerais

Como as coletas foram realizadas no período de estiagem pluviométrica, logo, acréscimos de volume nos rios não foram encontrados pela baixa incidência de chuvas, não apresentando alimentação superficial aos corpos d'água. Tampouco foram visualizadas fontes pontuais de despejo de esgotos ou outro efluente.

Com relação a percepções do ambiente, foi observado a alteração e modificação dos locais de acesso e o entorno dos pontos de coleta entre o início do período de estiagem (maio/2022) e o fim do mesmo período (setembro/2022).

Para o trecho do corpo hídrico N1, durante a primeira coleta, o acesso era dificultado, de difícil visualização, em decorrência a vegetação alta que havia a margem do curso d'água e a beira da via pública, o que foi alterado durante as coletas, sendo identificado um caminho pelo qual as pessoas acessavam o córrego com frequência, sendo possível, visualizar o corpo hídrico ao passar pela avenida, em decorrência ao gradiente de elevação da via (Figura 7).

Figura 7 - Condições vegetativas as margens da via pública e os traços de acesso de pessoas ao córrego Nilza, N1.



Fonte: Autor, 2022.

Para o segundo ponto, N2, também foram identificados caminhos de acesso de pessoas a margem do corpo hídrico. No trecho do rio próximo ao N2 observou-se crescimento de algas e plantas aquáticas, além de alterações na coloração e transparência do ambiente hídrico, exibidos na Figura 8.

Figura 8 - Crescimento vegetativo e alteração visual do ribeirão Neusa, N2.



Fonte: Autor, 2022.

Para o ponto N3, ambiente lântico de larga extensão, não foram perceptíveis alterações como nos outros locais. Durante o período de coletas houve redução de visitas, em decorrência de obras infraestruturais públicas dentro do parque.

Para o trecho do córrego Janaina, representado pelo N4 (Figura 9), este é interseccionado por uma via pública não pavimentada, com identificação de sinais de captação de água por “caminhões pipa”; neste local há um ambiente sem vegetação, que está sendo utilizado como descarte de entulhos, materiais de poda, e resíduos domésticos, que podem tornar potenciais elementos de poluição ao corpo d’água.

Figura 9 - Descarte incorreto de resíduos e sinais aparentes de captação de água no córrego Janaina (N4).



Fonte: Autor, 2022.

Fatores Físicos

Temperatura

Os resultados obtidos em relação ao parâmetro temperatura estão apresentados na Tabela 1.

As variações da temperatura do ar foram em função dos horários de coleta, sendo que, no geral, coletas no início da manhã, geraram temperaturas menores. Observa-se que

as temperaturas do ar são superiores as da água. Este comportamento é esperado, pois a alteração da temperatura da água depende de outros fatores além da temperatura ambiente.

Tabela 1 - Valores máximos, médios e mínimos das temperaturas da água e do ar dos quatro pontos de coleta

Parâmetros		N1	N2	N3	N4
Temperatura do Ar (°C)	Médio	24,25	26,3	29,1	30,25
	Máximo	26	28	29,8	33
	Mínimo	21	25	27,5	22
Temperatura da Água (°C)	Médio	25,2	24,2	28,1	23,8
	Máximo	25,7	24,6	28,5	24,5
	Mínimo	24,5	23,7	27,6	23

Fonte: Autor, 2022.

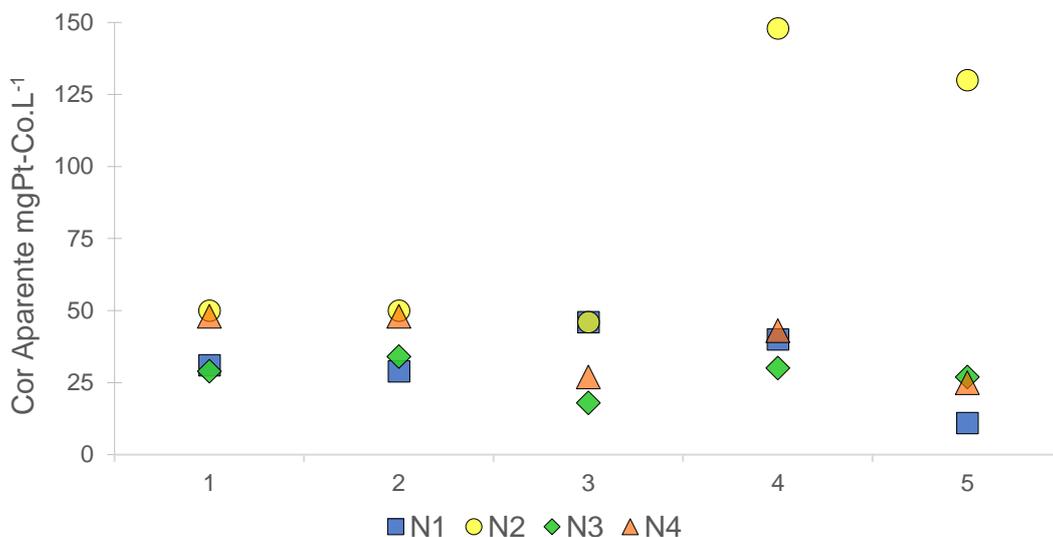
Um dos fatores importantes na variação da temperatura da água é a presença de vegetação nas margens dos rios, atuando na redução da incidência de radiação solar, que contribui para a menor temperatura das águas. Essa influência é visível quando se avaliou o valor médio para o ponto N3, que apesar de ter vegetação ao redor do lago, apresenta larga e extensa linha de água que recebe radiação solar quando comparado aos outros pontos.

A variação da temperatura da água interfere nas dinâmicas ambientais. Galvan et al. (2020) define a temperatura como determinante na influência das reações químicas, no comportamento de substâncias e das atividades metabólicas das espécies.

Cor Aparente

Os resultados obtidos para a cor aparente estão apresentados na Figura 10. Este parâmetro não possui concentrações limites estabelecidos pela resolução Conama 357/2005, que trata apenas dos valores de cor verdadeira, estabelecendo o limite em 75 mg Pt-Co L⁻¹.

Figura 10 - Valores de cor aparente, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



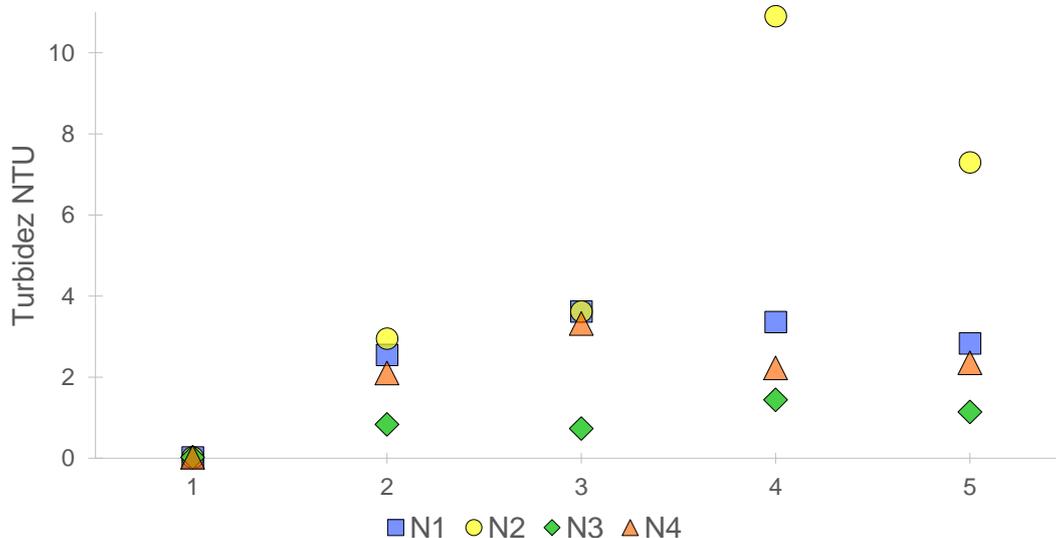
Fonte: Autor, 2022.

No geral, os valores concentraram-se na faixa entre 25 e 50 mgPt-Co L⁻¹, havendo valores extremos nas duas últimas coletas realizadas em N2. Devido ao possível aumento de vegetações aquáticas e algas na área em torno do local de coleta.

Turbidez

Em relação aos valores de turbidez encontrados nos recursos hídricos estudados, Figura 11, estes apresentaram-se sem a presença de distúrbios quando comparado à legislação, que indica valores permitidos até 100 NTU.

Figura 11 - Valores de turbidez, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

No geral, não havendo despejos de efluentes em corpos de água, os valores de turbidez são menores em períodos sem precipitações. De fato, Hernandez-Alvarez et al. (2021), em estudos no rio Jui, identificou valores elevados de turbidez durante os períodos chuvosos, devido a ocorrência de processos erosivos e as práticas de uso do solo na região.

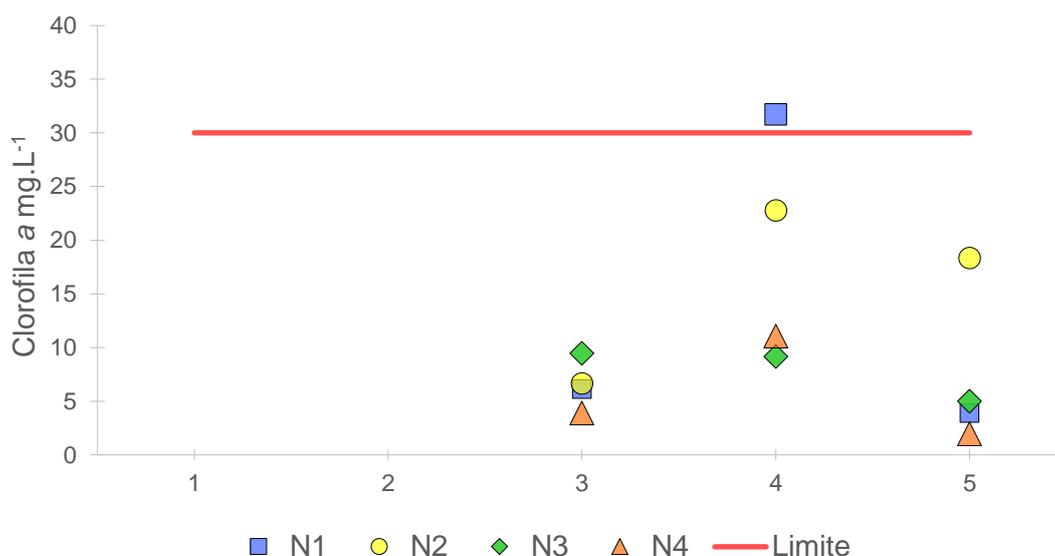
O acompanhamento técnico ao uso e ocupação do solo e água, possibilitam o estabelecimento estratégias de minimização de impactos e o levantamento de possíveis fontes de distúrbios nos ambientes.

Fatores Químicos

Clorofila a

Os valores de clorofila a estão apresentados na Figura 12. Nas três coletas realizadas se percebeu que os valores de clorofila a estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, com um resultado apresentando valor acima do padrão.

Figura 12 - Valores de clorofila a, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

O comportamento vegetativo das espécies aquáticas, são determinantes nas condições de concentrações de clorofila a nos corpos hídricos, portanto maiores atividades vegetativas, atrelado a influência da radiação sobre os recursos hídricos, que aumentam a taxa fotossintética, são determinantes no aumento dos valores deste parâmetro.

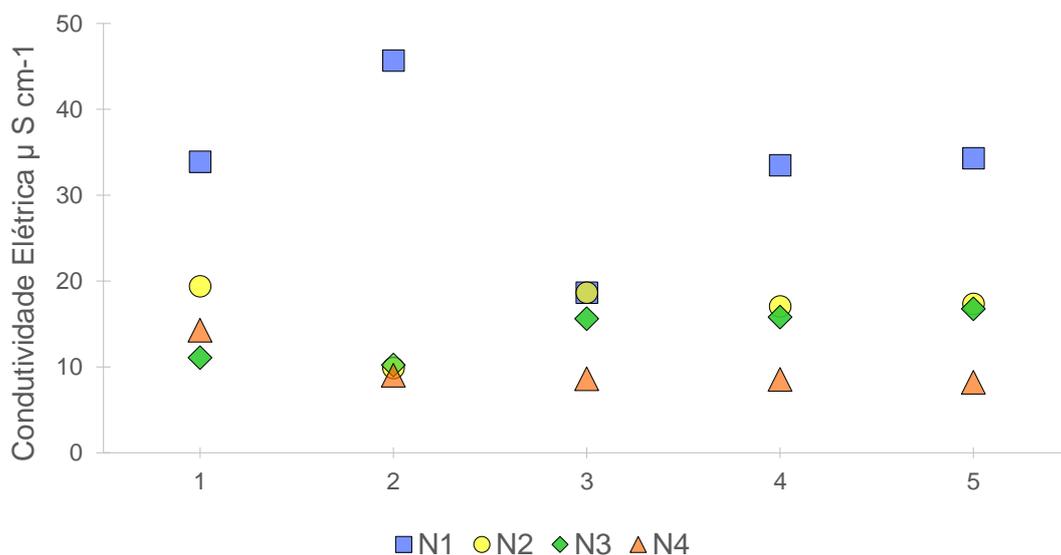
Entretanto a elevação dos valores em N2, indicam um alerta para possíveis alterações no meio, em decorrência ao grande desenvolvimento de algas no local, que alteraram significativamente a característica visual do ambiente aquático. No estudo de Tavares et al. (2021) foram constatados valores de clorofila a dentro dos padrões permitidos

pela resolução, porém com características do ambiente “em eutrofização”, descrevendo a influência de fatores externos ao meio hídrico e sua relação com a clorofila *a*.

Condutividade Elétrica

Os resultados obtidos para a CE estão apresentados na Figura 13. Dentre os resultados, o trecho representado pelo N1 foi o que apresentou os maiores valores de CE durante o período estudado, e o trecho representado por N4 foi o que apresentou os menores valores em todo o período. Em geral, houve uniformidade entre os resultados, com menores variações entre coletas. A menor variação entre coletas pode ser em função da ausência de atividade pluviométrica, com os resultados sendo similares durante esse período (SANTAELLA *et al.*, 1999).

Figura 13 - Valores de condutividade elétrica, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



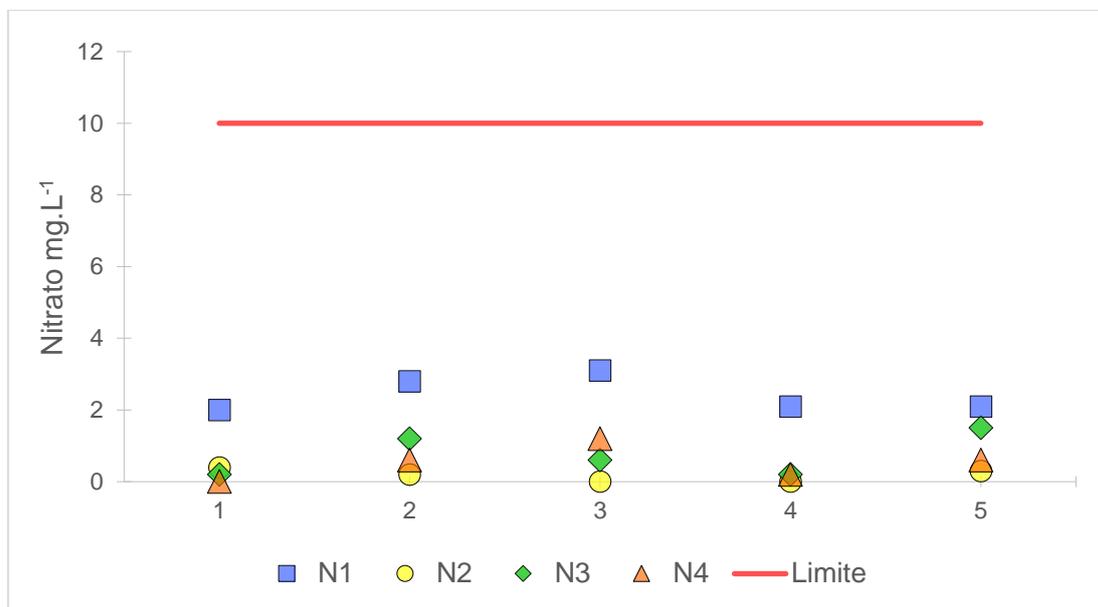
Fonte: Autor, 2022.

A influência de sais e minerais dissolvidos em água são determinantes nos resultados da condutividade elétrica. Por mais que a resolução não estabeleça padrões, encontra-se na literatura, resultados de análises realizadas em rios regionais, cabíveis de comparação como os resultados da bacia hidrográfica do rio Caiabi (ANDRIETTI *et al.*, 2016) que obteve valores médios de $3,31 \mu\text{S cm}^{-1}$, e as análises realizadas na bacia do Alto Tapajós por (UMETSU *et al.*, 2007), avaliando os rios Cristalino e Teles Pires, obtiveram faixas de resultados de 10 a $25 \mu\text{S cm}^{-1}$ e 7 a $14 \mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente. Em ambos trabalhos, atribuem-se o comportamento das características de CE, devido as condições geológicas e climáticas locais.

Nitrato

O nitrato, produto das reações do nitrogênio, possui limite estabelecido pela Conama 357/2005 de 5 mg L^{-1} . Os resultados aferidos estão apresentados na Figura 14, com a referência de comparação entre o limite e os valores obtidos.

Figura 14 - Valores de nitrato, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

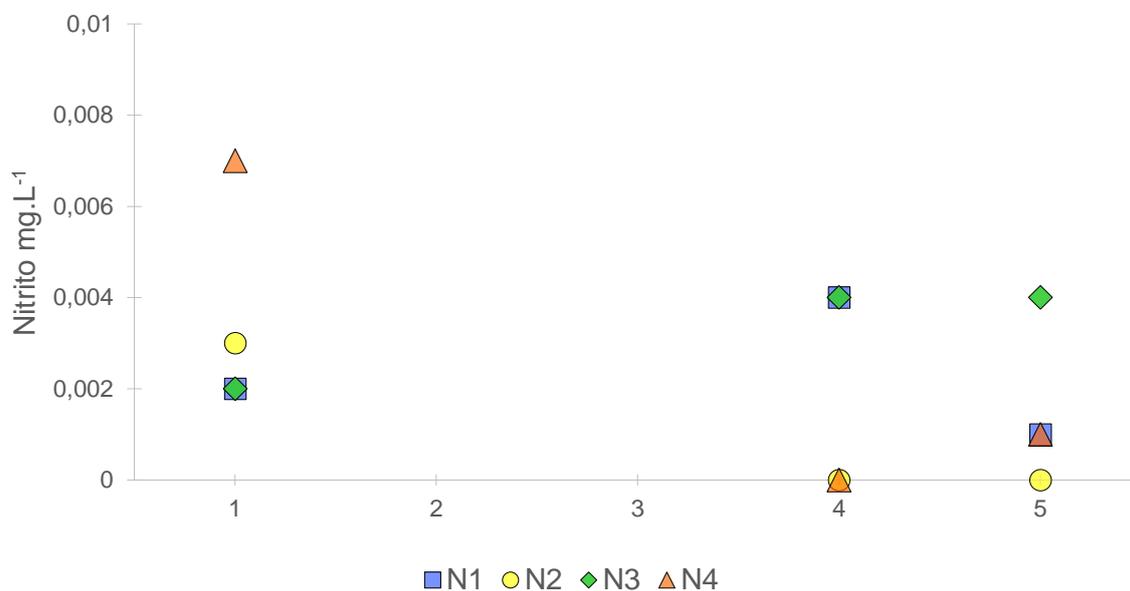
Em todas as coletas não foram encontrados distúrbios nos valores de nitrato, que os fizessem ultrapassar o que a resolução indica ao enquadramento destes corpos hídricos, indicando que não houve fontes poluidoras que pudessem causar perturbação no ambiente, diferente do encontrado por Andrade Costa *et al.* (2020), que citam que os valores de nitrato encontrados mostraram-se acima do permitido pela legislação brasileira, em decorrência de lançamentos de esgotos, afirmados como maior parcela de contribuição de cargas nitrogenadas.

Dentre os pontos, o que apresentou menores concentrações foi N2, indicando que mesmo em alterações em outros parâmetros nas últimas coletas, este local é o que melhor representa um ambiente ausente de fontes poluentes a base de nitrogênio. Em contraponto, N1 é o ponto com maiores resultados entre os pontos, fato constante em todas as coletas, em possível ocorrência, atrelada a densidade vegetativa no ambiente, produzindo substâncias húmicas dos materiais decompostos a montante (UFERSA, 2014), que em contato com ambientes com elevados índices de oxigênio disponível, produzem maior nitrificação (MARINHO, 2018).

Nitrito

Os valores de nitrito aferidos nos ambientes estudados estão apresentados na Figura 15.

Figura 15 - Valores de nitrito, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

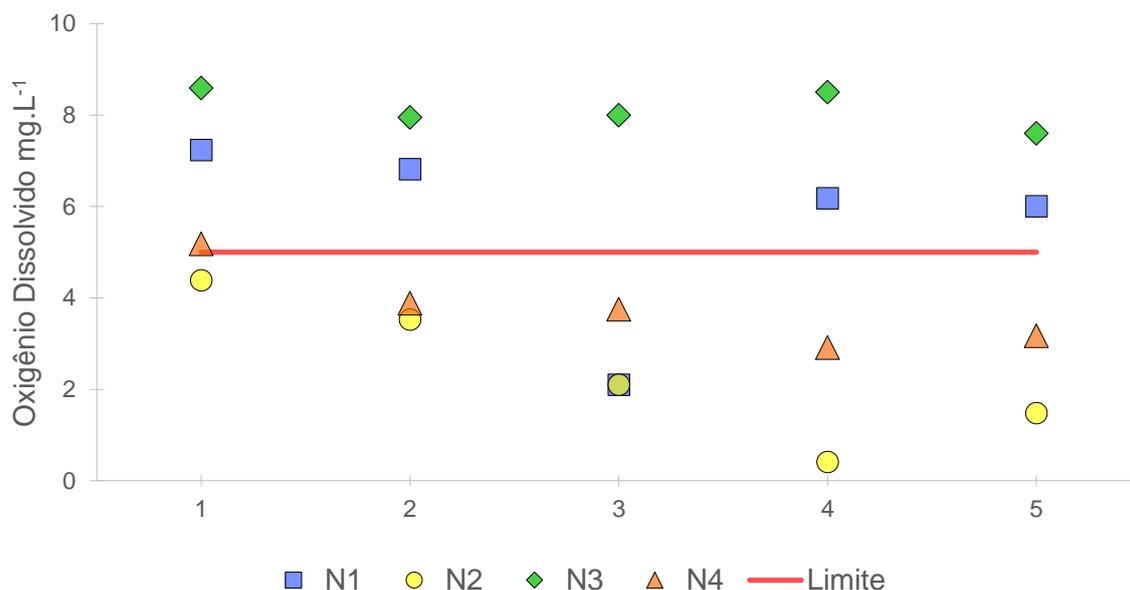
A resolução estabelece como limite ao nitrito, a concentração de 1 mg L^{-1} , o que não foi encontrado em nenhum dos resultados.

Por se tratar de um parâmetro intermediário ao processo de nitrificação do nitrato (DIOGENES *et al.*, 2020), o nitrito é definido no trabalho de Nogueira *et al.* (2021) como um fator sanitariamente de menor importância.

Oxigênio Dissolvido

Os resultados das aferições de OD estão apresentados na Figura 16. As concentrações de oxigênio dissolvido em água são determinadas pela resolução, com limite mínimo de 5 mg L^{-1} .

Figura 16 - Valores de oxigênio dissolvido, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



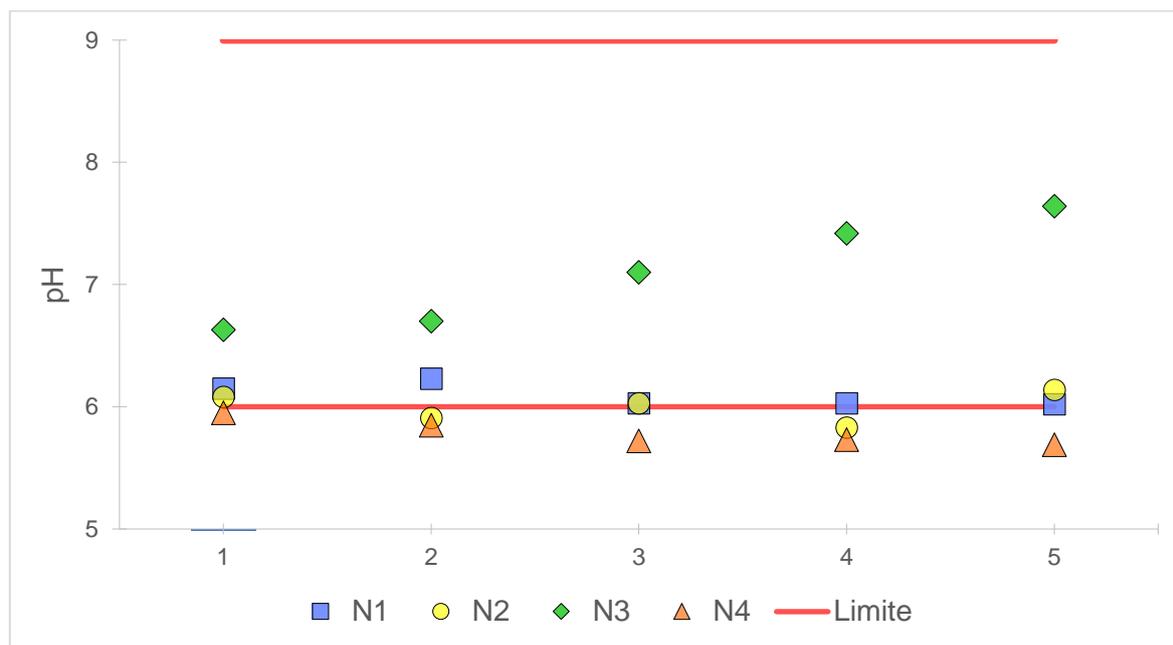
Fonte: Autor, 2022.

Durante as amostragens foi perceptível a disparidade entre os pontos, onde há uma divisão entre corpos hídricos em conformidade e desconformidade. Os pontos N1 e N3, obtiveram resultados adequados identificando como bons ambientes para vivência de espécies aquáticas e ausência de distúrbios. Entretanto, N2 e N4 foram os que apresentaram resultados inferiores, sendo o segundo ponto (N2) o que indica maior efeito de degradação deste parâmetro.

A ocorrência dos baixos valores em N2 se deve a alguns fatos observados durante as coletas, como a redução de vazão do curso d'água, com menor velocidade e turbulência nas últimas coletas, e a proliferação de algas no corpo hídrico, que reduzem a área superficial para trocas gasosas, causando a redução dos níveis de oxigênio dissolvido (SILVA, 2022). Para N4, o perfil das concentrações durante a coleta foi regressivo, porém com uma aproximação aos valores limites, Soares *et al.* (2021) descreve como circunstância passível de estresse dos seres aquáticos a constância prolongada em regimes de disponibilidade inadequada de oxigênio dissolvido, afetando suas taxas respiratórias.

pH

Os valores do potencial hidrogeniônico das águas provenientes dos pontos N1 a N4, estão apresentados na Figura 17.

Figura 17 - Valores de pH, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.

Fonte: Autor, 2022.

Determinado pela resolução, a faixa de concentração de íons H^+ em águas superficiais é de 6 a 9. Com isso, os resultados apresentaram respostas com devidas divergências aos limites impostos, podendo ser destrinchados em dois perfis de dados.

O primeiro deles compete a N3, que em todo o andamento das coletas mostraram valores dentro do permitido, com aparente elevação dos valores durante as análises, atendendo a faixa recomendada de pH. Ambientes lânticos bem preservados tendem a apresentar valores adequados, como em Rosanova *et al.* (2019) e Siqueira *et al.* (2018).

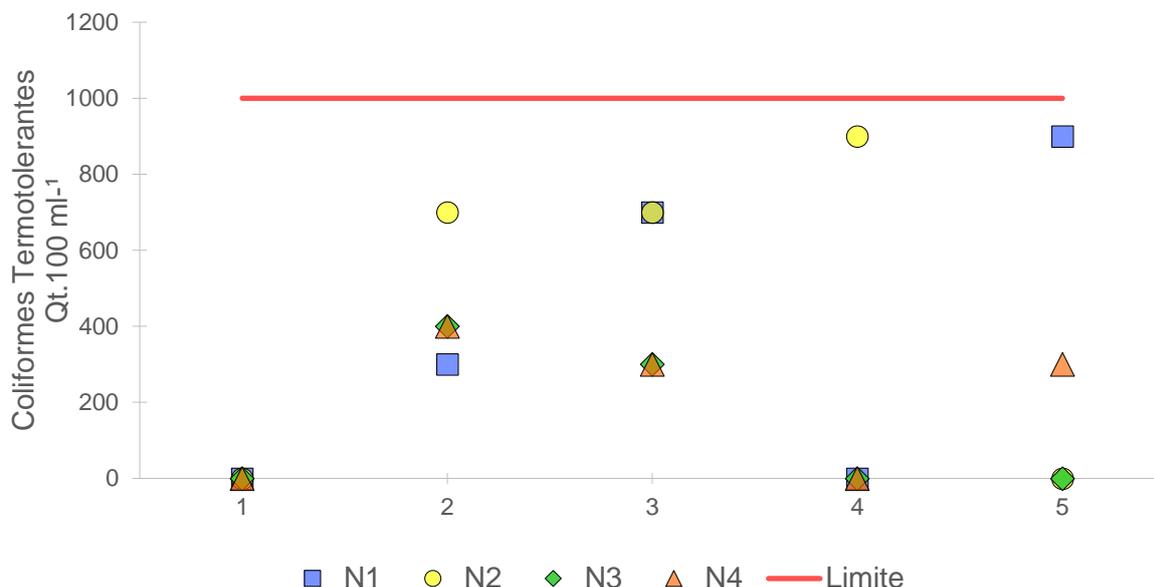
O segundo perfil trata-se dos valores de N1, N2, e N4 que estiveram muito próximos ao limite mínimo, e em algumas coletas apresentando desconformidade em relação à legislação. Alterações naturais, em decorrência das características de solo e ambiente (MELO *et al.*, 2018) (SANTOS, 2019), explicam a tendência à acidez das águas. Além disso, Monte *et al.* (2021) descreve que as influências da característica do bioma inserido, taxa erosivas elevadas, e aportes de efluentes no recurso hídrico, contribuído ao potencial de diluição do meio, são determinantes na acidificação das águas.

Fatores Biológicos

Coliformes Termotolerantes

Os valores de coliformes quantificados para os ambientes estudados estão na Figura 18. A resolução Conama, estabelece para usos de recreação e contato primário a quantidade de 2000 coliformes, e demais usos 1000 coliformes por 100 mililitros.

Figura 18 - Valores de coliformes termotolerantes, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

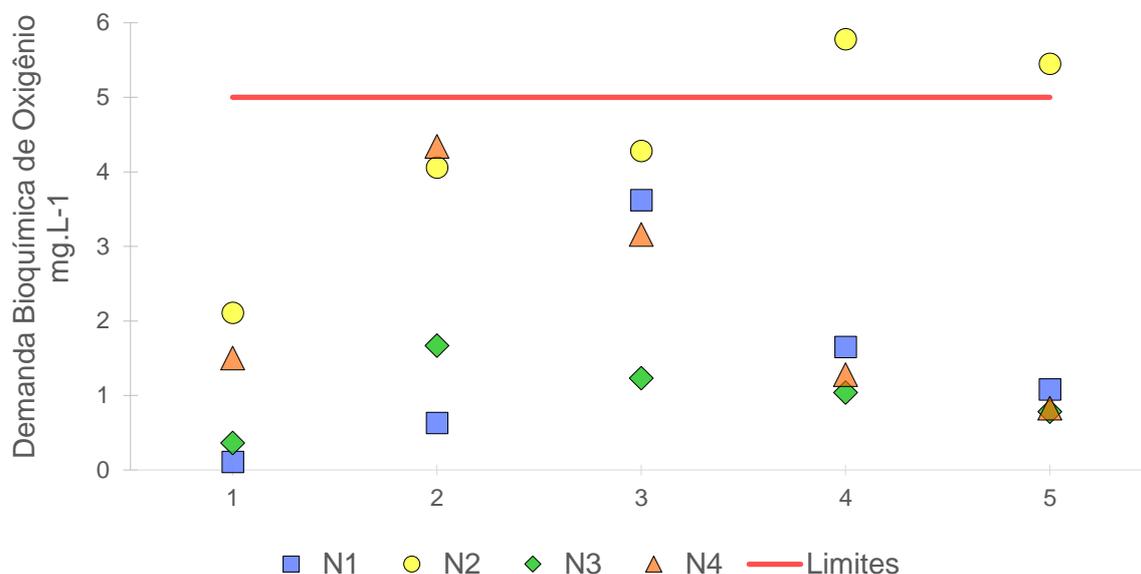
Os resultados obtidos demonstraram que os ambientes aquáticos estudados não apresentam valores em desacordo com a resolução, indicando condições de conservação adequadas. Entretanto, as respostas identificadas nos pontos N1 e N2, que apresentam proximidade a delimitação resolutiva, indicam princípios de fontes bacteriológicas, em decorrência provável acesso de pessoas e animais às margens e águas dos corpos hídricos, além da proximidade as vias públicas.

Facilidades de acesso aos rios, a ausência de rede de saneamento básico, atrelados a característica do terreno ao entorno, são determinantes na contribuição de coliformes termotolerantes nos corpos hídricos (PROENÇA, 2022).

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A resolução estabelece para corpos hídricos de classe 2, a quantidade limite de concentração de demanda bioquímica de oxigênio, de 5 mg L⁻¹, configurando valores superiores, como indicativos de poluição, e, portanto, queda da qualidade e preservação hídrica. Os resultados de DBO dos corpos d'água estudados estão descritos na Figura 19.

Figura 19 - Valores de demanda bioquímica de oxigênio, de quatro nascentes em zona urbana consolidada de Sinop-MT.



Fonte: Autor, 2022.

Os dados apresentados indicam a necessidade de atenção ao ribeirão Neusa, N2, pelo gradual aumento das concentrações, chegando a ultrapassar a delimitação ambiental, caracterizando o ambiente como poluído, por decorrência de fatores anteriormente citados, como o desenvolvimento exacerbado de algas e passível de investigação de possíveis fontes poluidoras diretas. Entretanto, Susilowati *et al.* (2018) descreve que a vazão dos corpos hídricos é determinante sobre a DBO, principalmente pela contribuição do escoamento superficial, que realizam elevação da quantidade de água, auxiliando no processo de diluição, portanto o fator climático, durante o período de coletas ocorrerem nos meses de estiagem pluviométrica, pode favorecer ou potencializar os dados negativos do parâmetro.

Os demais pontos, atendem aos padrões de qualidade, não apresentando desconformidade com a resolução, mesmo ocorrendo variações em seus valores durante o período de coleta. Porém, valores naturais de DBO esperados compreendem valores menores do que 1 mg L⁻¹. Dessa forma, observa-se algum grau de poluição nos ambientes.

Considerações

À vista de tais análises, recomenda-se o desenvolvimento de projetos de estudos com visando maior amplitude de parâmetros de qualidade, realizando maiores séries de amostragens, avaliando o comportamento geral das nascentes, as condições climáticas, e as condições do ambiente inserido.

Espera-se maior envolvimento do setor público-privado no estabelecimento de medidas de preservação, fomento à pesquisa e redes de informações sobre os recursos hídricos, visando o envolvimento da sociedade e explorando a importância em condições qualitativas adequadas.

CONCLUSÃO

Em contextos gerais as nascentes estudadas apresentam resultados positivos quanto a preservação das condições adequadas de qualidade hídrica.

Parâmetros físicos atendem as recomendações, sendo perceptível a influência da vegetação e das condições climáticas.

A caracterização dos parâmetros químicos das nascentes retrata a influência da vegetação, das características naturais do ambiente, e o risco das taxas respiratórias da comunidade biota.

O comportamento dos parâmetros biológicos constata que os ambientes estudados sofrem impactos poluidores, favorecido pelo menor volume de água para a diluição.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – (ANA). **Rede Nacional - Redes de Monitoramento**. Brasília: ANA, [2022]. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>. Acesso em: 30 mai. 2022.

ANDRADE COSTA, D. de et al. Water quality assessment based on multivariate statistics and water quality index of a strategic river in the Brazilian Atlantic Forest. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 22038, 2020.

ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, 2016.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 22nd ed. Washington-DC: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environmental Federation, 2012, 1360p.

ARAÚJO JÚNIOR, J. C. M. D. Análise do monitoramento da qualidade da água de rios da bacia hidrográfica do rio Goiana. **Revista Geociências UNG-Ser**, v. 19, p. 2, 2020.

ARAÚJO, V. S. de. **Monitorização de íons nitrito nas lagoas de Extremoz, Jacumã, Carcará e Arituba nos anos 2020 e 2021**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia), Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

ASSENCIO, C. **Crime ambiental: Cetesb confirma morte de peixes por despejo de vinhaça em afluente do Rio Piracicaba; cientistas explicam o que é o resíduo**. G1- Piracicaba e Região- EPTV, Piracicaba, p. Única, 27 maio 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2022/05/27/crime-ambiental-cetesb-confirma-morte-de-peixes-e-despejo-irregular-de-vinhaca-em-afluente-do-rio-piracicaba-cientistas-explicam-o-que-e-o-residuo.ghtml>. Acesso em: 29 de maio. 2022.

BONIFÁCIO, C. M.; NÓBREGA, M. T. DE. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO MONITORAMENTO AMBIENTAL. Em: **Recursos Hídricos: gestão, planejamento e técnicas em pesquisa**. [s.l.] Editora Científica Digital, 2021. p. 219–232.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, seção 1, p. 1, 25 mai. 2012

BRASIL. **Lei nº 9.433/1997**. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000**. Norma de qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 dez. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Monografia – Brasília, DF, 2006. p. 212.

BRASIL. **Resolução CNRH 91**, de 05 de novembro de 2008 Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/deliberacoes-cnrh-1/resolucoes/resolucao_91.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357**, de 17 de março de 2005 Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.

CÚÑEZ, Y. M. S.. **Validación de métodos analíticos para la determinación de boro, fluoruros y nitritos en agua mediante espectrofotometría de luz visible**. Trabalho de Investigação para optar pela licenciatura em Química Alimentar. Carreira Química de Alimentos. Universidade Central do Equador. Quito. 2013. 105p.

DIOGENES, L.G. G.; NASCIMENTO, A. P. do; OLIVEIRA, R. M. A. de; OLIVEIRA, G. de; SILVA, F. J. A. da. **Achados recentes sobre a qualidade da água do rio cocó em um trecho urbano da cidade de Fortaleza – Ceará**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS-ENAU, XIII, 19 e 20 out. 2020, 100% online, Porto Alegre - RS. Anais[...], Porto Alegre- RS, 2020.

FARIA, L. C. D. et al. Reflexos das alterações no Código Florestal Brasileiro em Áreas de Preservação Permanentes de duas propriedades rurais em Itu e Sarapuí, SP. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 3, 2014.

FARIA, P. O. **O enquadramento das águas doces superficiais no Brasil: desafios e potencialidades para a gestão da qualidade hídrica**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.

FINKLER, N. R. et al. Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 4, 2015.

FRANCO, A. D. O.; ARCOS, F. O.; PEREIRA, J. D. S. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, 2018.

FREIRE, A.; CASTRO, E. Análise da Correlação do uso e Ocupação do Solo e da Qualidade da Água. **RBRH**, v. 19, n. 1, p. 41–49, 2014.

GALVAN, K. A. et al. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 165–176, 2020.

GOOGLE. 2022. Brasil. [s.l.]: **Google Earth App**. <https://earth.google.com/>.

HERNANDEZ-ALVAREZ, U. et al. Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. **Revista Udca Actualidad & Divulgacion Cientifica**, v. 24, n. 1, 2021.

Investimentos impulsionam Sinop a polo de referência do Norte de MT - Notícias - SEFAZ. Disponível em: <<http://www5.sefaz.mt.gov.br/-/investimentos-impulsionam-sinop-a-polo-de-referencia-do-norte-de-mt>>. Acesso em: 31 oct. 2022.

LEAL, M. S. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 1, p. 146, 2017.

Limnoaqua: O QUE É LIMNOLOGIA? Disponível em:

<<https://ccbs.ufersa.edu.br/laboratorios/limnoaqua/limnoaqua-o-que-e-limnologia/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

MACEDO, T. D. L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS. **Tecno-Lógica**, v. 22, n. 1, p. 58, 2018.

MACHADO, C. B. **Identificação e preservação das nascentes no estado do Ceará**. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos). Universidade da Integração Internacional Da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018. 39p.

MARINHO, E. R. et al. Extremos climáticos associados à qualidade de água do Rio Guamá, São Miguel do Guamá, Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 6, p. 262–273, 2020.

MARINHO, R. S. DE A. **Biorremediação para o melhoramento da qualidade da água em rios urbanos em João Pessoa – PB: efeitos na assembleia íctica**. João Pessoa- PB: Universidade Federal da Paraíba, 2018.

MARMONTEL, C. V. F. **Qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no correjo Pimenta São Manuel, SP**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014. xi, 77 f.

MARTINHAGO, D. et al. Balanço hídrico de uma bacia hidrográfica localizada no oeste do estado do Paraná. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 26, n. 5, p. 965–970, 2021.

MEDEIROS, S. R. M. DE et al. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 3, p. 711, 2016.

MEDEIROS, W. M. V.; SILVA, C. E. DA; LINS, R. P. M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 13, n. 2, p. 1, 2018.

MELO, D. F. B. C. DE et al. Avaliação da Bacia do rio Una-Pernambuco: perspectiva da qualidade da água após a construção de 4 barragens para contenção de cheias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 2, p. 612–627, 2018.

MENEZES, J. P. C. et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 21, n. 3, p. 519–534, 2016.

MONTE, C. D. N. et al. A influência antrópica na qualidade da água do rio Tapajós, na cidade de Santarém-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 6, p. 3695, 2021.

NOGUEIRA, M. H. P.; CRESPIM, R. DA C. E. S.; CARNEIRO, B. S. Análise e Diagnóstico da Qualidade da Água de um Residencial Localizado em Belém do Pará. **RCT - Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 7, 2021.

Oxigênio Dissolvido. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

- PENSA CORRÊA, C. J.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 4, p. 943, 2016.
- PEREIRA, S.; LUDKA, V. A NASCENTE NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. **Congresso Brasileiro da Guerra do Contestado; Colóquio de Geografias Territoriais Paranaenses e Semana de Geografia da UEL**, v. 2, p. 183-195, 17 fev. 2021.
- PIOVESAN, G. et al. O cultivo agrícola como agente intensificador da degradação ambiental em uma área de microbacia do Arroio Portela, no município de Nova Palma/RS. **Disciplinarum Scientia - Ciências Humanas**, v. 22, n. 1, p. 71–82, 2021.
- POERSCH, A. C. C.; SEBASTIEN, N. Y. Aspectos climatológicos da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e as implicações do aumento da temperatura na realização da análise. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e225101119680, 2021.
- PROENÇA, J. E.. **Coliformes termotolerantes, resistência a antibióticos e parâmetros físico-químicos de rios em Curitiba – SC**. 2022. 70 p. TCC(graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitiba, 2022.
- RAMOS OKUMURA, A. T. et al. Determinação da Qualidade da Água de um Rio Tropical sob a perspectiva do Uso do Solo e Cobertura Vegetal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 4, p. 1835, 2020.
- REIS, F. A. DA S.; AMADO, F. D. R.; BENVENUTI, T. Qualidade da água de abastecimento e fatores de risco à saúde na comunidade de Maria Jape em Ilhéus, Bahia. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, 2022.
- RODRIGUES, A. M.; AQUINO, D. S.; CORDEIRO, L. L. Avaliação de Aloe arborescens como coagulante para remoção de cor e turbidez em tratamento convencional de água. **Ingeniería del agua**, v. 24, n. 2, p. 81, 2020.
- RODRIGUES, M. L.; OKAWA, C. M. P.; FONTANA, F. A importância das matas ciliares para a proteção das nascentes de água: Uma proposta educacional para o terceiro ano do Ensino Fundamental. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 1–21, 2021.
- ROSANOVA, C. et al. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA, RESERVATÓRIO DO LAJEADO, PALMAS (TO). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 4, p. 1205, 2019.
- SANTAELLA, S. T.; FONTENELE, N. M. B.; FREIRE, E. C. C.; PAULINO, W. D. Avaliação de Alguns Parâmetros de Qualidade de Água no Açude Pacoti (Ceará). *In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 13., 1999, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: ABRHidro, 1999. p. 1-16.
- SANTOS, M. A. O. dos. **Análise do processo de expansão urbana no bairro Jabutiana, Aracaju-SE, e sua influência sobre a qualidade das águas do rio Poxim**. São Cristóvão, SE, 2019. Monografia (graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.
- SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R.; COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H. DE; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum**. Technology, v. 33, n. 3, p. 295-303, 17 mar. 2011.

SERBETO, L. F. et al. Determinação da Concentração de Clorofila-a por Sensoriamento Remoto no Reservatório de Chapéu d'Úvas (Mg), Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 6, p. 3561, 2021.

SILVA JUNIOR, J. A. da. et al. **IV- 089 - MAPEAMENTO DE CLOROFILA (CHL-A) NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO – BA UTILIZANDO IMAGENS SENTINEL – 3 / OLCI C2RCC**, 2020. Disponível em: <<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento46/TrabalhosCompletosPDF/IV-089.pdf>>

SILVA, A. M. et al. Análise espaço-temporal da cobertura do solo em faixas de áreas de preservação permanente (APPs) no município de Sorocaba, SP, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, p. 147–155, 2009.

SILVA, D. P. P. DA; ANDRADE, N. L. R. DE; WEBLER, A. D. Qualidade da água de nascentes urbanas: estudo de caso em microbacia Amazônica, município de Ji-Paraná/RO. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 90–102, 2019.

SILVA, K. S. da. O impacto das cianobactérias na qualidade da água do lago Delmiro Gouveia para o abastecimento humano da vila Moxotó, Belmiro Gouveia - Alagoas. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 04, n. 3, p. 250–260, 30 set. 2022.

SINOP, P. M. de. **Prefeitura Municipal de Sinop**. Disponível em: <<https://www.sinop.mt.gov.br/A-Cidade/Geografia/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SIQUEIRA, M. T. L. et al. **MONITORAMENTO DO pH DOS IGARAPÉS PRESENTE NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO-POÇO**. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL: COMPARTILHANDO CONHECIMENTOS INOVADORES E EXPERIÊNCIAS. **Anais...INSTITUTO INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES**, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31692/2526-7701.iiicointerpdvagro.2018.00575>>

SOARES, R. R. DE S. et al. ANÁLISE DE ÁGUA E IMPACTOS AMBIENTAIS DO RIO OURICURI CAPANEMA-PA. Em: **Desenvolvimento Sustentável e Mutações no Agrário Brasileiro: lutas e resistência**. [s.l.] Editora Científica Digital, 2021. p. 43–51.

SOUZA, T. L. de. **Diagnóstico da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio do Campo em Campo Mourão, PR**. 2021. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

SOUZA, A. P. et al. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34–43, 2013.

SOUZA, M. M. DE; GASTALDINI, M. DO C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 19, n. 3, p. 263–274, 2014.

SUSILOWATI, S. et al. **Dynamics and factors that affects DO-BOD concentrations of Madiun River**. Author(s), 2018.

TAVARES, C. C.; SOUSA, J. B.; SILVA, F. da L. Qualidade da água na bacia hidrográfica do córrego Piraputangas, Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**, v. 10, n. 2, p. 155–182, 2021.

UMETSU, C. A. et al. Aspectos físico-químicos de dois rios da bacia do Alto Tapajós – Teles Pires E Cristalino – MT, durante período de estiagem e cheia. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 59–70, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. **Limnologia/ Parâmetros/ Físicos/ Oxigênio**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/oxi.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 14, n. 1, p. 55–64, 2010.