



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

IB / IG / IQ / FACE - ECO / CDS

CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA PARA A
PROTEÇÃO DE NASCENTES**

JULYANA AMARAL LIMA

BRASÍLIA

2021

JULYANA AMARAL LIMA

**A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA PARA A
PROTEÇÃO DE NASCENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade de Brasília,
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Isabel Belloni Schmidt

Coorientador: Alexandre Bonesso Sampaio

BRASÍLIA

2021

JULYANA AMARAL LIMA

**A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA PARA A
PROTEÇÃO DE NASCENTES**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Isabel Belloni Schmidt - Orientadora

Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília

Profa. Dra. Doris Aleida Villamizar Sayago - Avaliadora

Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília

Prof. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista - Avaliador

Instituto de Geociências da Universidade de Brasília

BRASÍLIA

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio emocional, pelo amor e por todas as palavras de acolhimento ao longo dessa jornada.

Agradeço à minha mama, Geni, a mulher mais doce, generosa e sensível que eu já conheci.

Agradeço ao meu pai, Ivan, por despertar ainda na minha infância, o amor pela ciência, pelo Universo e pelo questionamento.

Agradeço ao meu irmão, Thales, por ser um grande amigo e por acreditar em mim.

Agradeço ao meu companheiro, Marcos, por ter trilhado grande parte da graduação ao meu lado. Pelo respeito, admiração e por ser meu maior incentivador.

Agradeço à Universidade de Brasília por realizar sonhos que eu nem sabia que tinha. Agradeço a todos os professores e professoras pelo ensino de excelência.

Agradeço ao Alexandre Bonesso e Isabel Schmidt pela orientação e confiança no desenvolvimento dessa pesquisa. Ao Instituto Federal de Brasília pela parceria e por viabilizar as idas a campo e análises laboratoriais. Às professoras Jackeline Barbosa e Franciele Lima pelo treinamento e suporte. À Gabriela e Carol, pela paciência e assistência no laboratório. E ao Samuel Caprini, Victoria Varela, Larissa Machado e a todos que me ajudaram em alguma etapa deste trabalho.

Agradeço ao CAAMB e a todas as pessoas maravilhosas que passaram por lá. Pelas conversas, debates, e principalmente, pelos incontáveis momentos de diversão.

Agradeço às Ciências Ambientais, por ter expandido a minha percepção de vida.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todas as relações de amizade que foram construídas. Vocês estarão sempre nas minhas melhores lembranças.

“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto”.

- *Carl Sagan*

RESUMO

Os recursos hídricos do Cerrado são fortemente impactados pela acelerada destruição do bioma. As Unidades de Conservação (UC) são essenciais para a proteção dos ecossistemas e para a garantia da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade adequadas. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água de três (3) nascentes do Ribeirão das Pedras e uma (1) nascente do Córrego Currais, inseridas na Área 1 da Floresta Nacional de Brasília - FNB, DF, Brasil. Também foi possível realizar uma avaliação preliminar em um (1) ponto do Córrego Currais, localizado próximo dos limites da UC, a fim de indicar dados iniciais sobre a qualidade da água deste córrego. Foram realizadas quatro campanhas de amostragem em cada nascente, duas na estação chuvosa (dez/20 e jan/21) e duas na estação seca (jun/21 e jul/21). No Córrego Currais, a amostragem aconteceu apenas em jun/21. Os parâmetros analisados foram: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez, cor aparente, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os valores obtidos foram comparados com os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e literatura científica. Dos parâmetros físico-químicos das 4 nascentes analisadas, apenas o pH não se adequou. Na avaliação preliminar realizada no Córrego Currais, observou-se variação dos valores dos parâmetros físico-químicos quando comparados aos valores obtidos na sua nascente, no entanto não foi possível entender as tendências sazonais de variação neste ponto e os parâmetros se mantiveram dentro dos limites estabelecidos. Em relação aos parâmetros microbiológicos, em todos os 5 pontos constatou-se a presença de coliformes totais e termotolerantes. Observou-se que a sazonalidade teve grande influência na variação dos dados e destaca-se que a presença de coliformes termotolerantes nas águas amostradas pode, muito provavelmente, ser condicionada por variáveis naturais, tendo em vista que os pontos não recebem descargas de efluentes. A avaliação destes parâmetros permitiu uma melhor compreensão quanto à condição qualitativa das águas amostradas, e indicam que a FNB cumpre com o objetivo de proteger as nascentes desta área. A utilização da água como indicador qualitativo exige estudos complementares que permitam verificar outras variáveis ambientais e antrópicas que possam interferir na sua qualidade. Sugere-se monitoramento constante nestas e em outras nascentes da UC, para que se possam definir estratégias permanentes de conservação destes corpos hídricos.

Palavras-chave: Qualidade da água; Recursos hídricos; Unidade de Conservação.

ABSTRACT

The water resources of the Brazilian Savanna are heavily impacted by the accelerated destruction of the biome. Conservation Units (CU) are essential for protecting ecosystems and guaranteeing the availability of water, in adequate quantity and quality. The present study aimed to evaluate the water quality of three (3) springs in Ribeirão das Pedras and one (1) spring in Córrego Currais, located in Area 1 of the Brasília National Forest - BNF, DF, Brazil. It was also possible to carry out a preliminary assessment in one (1) point of the Córrego Currais, located close to the limits of the CU, in order to indicate initial data on the water quality of this stream. Four sampling campaigns were carried out in each spring, two in the rainy season (dec/20 and jan/21) and two in the dry season (jun/21 and jul/21). At Córrego Currais, a sampling took place only in jun/21. The parameters analyzed were: pH, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, total dissolved solids, turbidity, apparent color, biochemical oxygen demand, total coliforms and thermotolerant coliforms. The values obtained were compared with the quality standards established by CONAMA Resolution No. 357/2005 and scientific literature. Of the physicochemical parameters of the 4 analyzed springs, only the pH was not suitable. In the preliminary assessment carried out at Córrego Currais stream, there was a variation in the values of the physicochemical parameters when compared to the values obtained at its spring, however it was not possible to understand the seasonal trends of variation at this point and the parameters remained within the established limits. Regarding the microbiological parameters, in all 5 points the presence of total and thermotolerant coliforms was found. It was observed that seasonality had a great influence on the variation of the data and it is highlighted that the presence of thermotolerant coliforms in the sampled waters can, very likely, be conditioned by natural variables, considering that the points do not receive anthropogenic effluent discharges. The evaluation of these parameters allowed a better understanding of the qualitative condition of the sampled waters, and indicate that the BNF fulfills the objective of protecting the springs in this area. The use of water as a qualitative indicator requires additional studies to verify other environmental and anthropogenic variables that may interfere with its quality. Constant monitoring is suggested in these and other CU springs, so that permanent conservation strategies for these water bodies can be defined.

Keywords: Conservation Unit; Water quality; Water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma dos processos metodológicos.....	16
Figura 2. Mapa de adensamento populacional dentro e no entorno da Floresta Nacional de Brasília.....	18
Figura 3. Localização dos pontos amostrados na Área 1 da Floresta Nacional de Brasília, DF, Brasil	21
Figura 4. Nascente I do Córrego das Pedras – Ponto 1	22
Figura 5. Espelho D'água – Ponto 2.....	22
Figura 6. Nascente II do Córrego das Pedras – Ponto 3.....	23
Figura 7. Nascente do Córrego Currais – Ponto 4.....	23
Figura 8. Córrego Currais – Ponto 5	24
Figura 9. Coleta de água bruta superficial no Ponto 2 – Espelho D'água	25
Figura 10. Medidor multiparâmetro portátil modelo Hach HQ40d (à esquerda) e condutivímetro digital portátil modelo DataLogger CD 4307SD (à direita).....	26
Figura 11. Turbidímetro de bancada Modelo Hach TL 2300.....	26
Figura 12. Espectrofotômetro de bancada Modelo Hach DR 6000.....	26
Figura 13. Processo de análise laboratorial do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio	27
Figura 14. Tubos de ensaio com o meio de cultivo Caldo Lactosado	28
Figura 15. Tubos de ensaio com o meio de cultivo Caldo Verde Brilhante e Bile	28
Figura 16. Tubos de ensaio com o meio de cultivo EC.....	29
Figura 17. Valores obtidos de pH nas quatro campanhas de amostragem	30
Figura 18. Valores obtidos de temperatura nas quatro campanhas de amostragem.....	32
Figura 19. Valores obtidos de oxigênio dissolvido nas quatro campanhas de amostragem.....	33
Figura 20. Valores obtidos de condutividade elétrica nas quatro campanhas de amostragem.....	34
Figura 21. Valores obtidos de sólidos totais dissolvidos nas quatro campanhas de amostragem.....	35
Figura 22. Valores obtidos de turbidez nas quatro campanhas de amostragem.....	36
Figura 23. Valores obtidos de cor aparente nas quatro campanhas de amostragem	36
Figura 24. Valores obtidos de demanda bioquímica de oxigênio nas quatro campanhas de amostragem.....	37

Figura 25. Fezes de anta (<i>Tapirus terrestris</i>) encontradas ao lado do manancial Espelho D'água	40
Figura 26. Foto aproximada das fezes de anta (<i>Tapirus terrestris</i>) encontradas ao lado do manancial Espelho D'água	40
Figura 27. Descarte inadequado de resíduos sólidos no Córrego Currais	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados.....	16
Tabela 2. Pontos amostrais georreferenciados.....	21
Tabela 3. Estimativa do Número Mais Provável de coliformes totais por 100 ml de água	38
Tabela 4. Estimativa do Número Mais Provável de coliformes termotolerantes por 100 ml de água.....	39
Tabela 5. Comparativo dos valores obtidos no P4 e P5, na campanha Seca 1.....	41

LISTA DE SIGLAS

CE – Condutividade Elétrica

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DF – Distrito Federal

FNB – Floresta Nacional de Brasília

GPS – Global Position System

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IFB – Instituto Federal de Brasília

NMP – Número Mais Provável

NT – Norma Técnica

OD – Oxigênio Dissolvido

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNB – Parque Nacional de Brasília

RA – Região Administrativa

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

UC – Unidade de Conservação

uC – Unidade de Cor

UnB – Universidade de Brasília

UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivo	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Área de estudo: Floresta Nacional de Brasília.....	17
3.1.1 Clima	18
3.1.2 Hidrologia.....	19
3.1.3 Vegetação	19
3.1.4 Espécies exóticas invasoras.....	19
3.1.5 Zoneamento ambiental	20
3.2 Pontos amostrais	21
3.2.1 Nascente I do Córrego das Pedras.....	21
3.2.2 Espelho D'água	22
3.2.3 Nascente II do Córrego das Pedras	22
3.2.4 Nascente do Córrego Currais	23
3.2.5 Córrego Currais	24
3.3 Campanhas de amostragem	24
3.4 Ensaio físico-químico	25
3.5 Ensaio microbiológico	27
3.6 Interpretação dos dados primários	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Parâmetros Físico-Químicos.....	30
4.1.1 pH.....	30
4.1.2 Temperatura	31
4.1.3 Oxigênio Dissolvido.....	32

4.1.4 Condutividade Elétrica.....	33
4.1.5 Sólidos Totais Dissolvidos.....	34
4.1.6 Turbidez.....	35
4.1.7 Cor Aparente.....	36
4.1.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	37
4.2 Parâmetros Microbiológicos.....	38
4.2.1 Coliformes totais.....	38
4.2.2 Coliformes termotolerantes.....	39
4.3 Córrego Currais.....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão e o único bioma presente em todas as regiões do Brasil, porém, nas últimas décadas a destruição dos seus ecossistemas acontece de forma acelerada (KLINK & MACHADO, 2005). De acordo com o mais recente mapeamento da cobertura e uso da terra no Cerrado realizado anualmente pelo MapBiomias (2021), apenas 54,4% do bioma está coberto por vegetação nativa e grande parte da porção desmatada deu origem à pastagem (23,7%) e à agricultura (13,2%) perene e temporária.

Há muitos anos negligenciado, hoje o bioma sofre com os impactos negativos da conversão de terras. Considerado um *hotspot* de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000; SILVA & BATES, 2002) o Cerrado é um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo. As transformações ocorridas em suas áreas geram diversos danos ambientais, como a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos e poluição de aquíferos (KLINK & MACHADO, 2005).

Os corpos hídricos do Cerrado também são fortemente impactados pela supressão de suas matas de galeria, sendo necessária a conservação da vegetação nativa para a garantia da disponibilidade de água (MÜLLER, 2003). Segundo Lima e Silva (2008), a região do Cerrado possui diversas nascentes de cursos d'água, e devido a sua baixa capacidade de suporte e diluição de poluentes se tornam mais suscetíveis a alterações. A qualidade da água de nascentes, córregos, rios e lagos é resultado das atividades humanas, do uso e ocupação do solo, além de condições naturais da bacia hidrográfica. A saúde dos ecossistemas destas bacias também tem estreita relação com a qualidade da água disponível para as pessoas e para os demais seres vivos (ANA, 2020).

O Planalto Central brasileiro abriga a maior parte do Cerrado, nesta região o relevo é plano com elevadas altitudes. Por essa característica geográfica e por ser origem de grandes regiões hidrográficas do Brasil, evidencia-se o papel fundamental do bioma no processo de distribuição dos recursos hídricos no país e continente sul-americano. Este fenômeno é apelidado de “efeito guarda-chuva” (LIMA, 2011). Além de esforços locais para a gestão das águas, deve-se considerar que eventuais impactos causados aos recursos hídricos do Cerrado podem ser propagados por grandes extensões do país.

O monitoramento da qualidade da água pode subsidiar ações de controle ambiental e se tornar um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, e apresenta seus efeitos sobre as características qualitativas das águas. A nível local, ressalta-se a importância das Unidades de Conservação (UC) do Distrito Federal para a conservação de seus mananciais e garantia dos usos preponderantes das águas.

Diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos são utilizados para a caracterização das águas, e variáveis naturais ou antrópicas também podem ser incluídas, a depender do grau de detalhamento objetivado. Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) o principal indicador qualitativo utilizado no Brasil é o Índice de Qualidade da Água – IQA, composto pelos parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido, resíduo total, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total e fósforo total, considerados relevantes para determinar a qualidade das águas brutas.

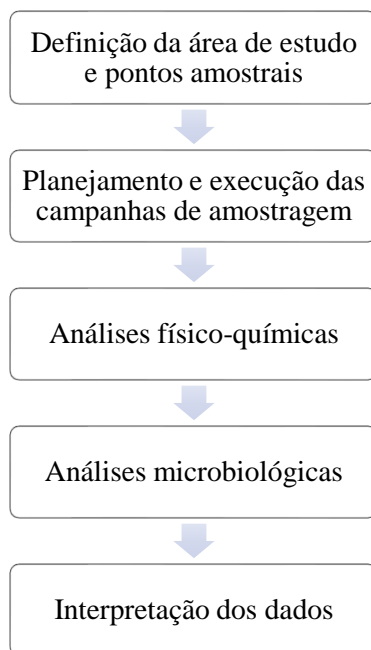
1.1 Objetivo

Avaliar a qualidade da água de três nascentes do Ribeirão das Pedras e uma nascente do Córrego Currais, inseridas na Área 1 da Floresta Nacional de Brasília e um ponto do Córrego Currais (adjacente aos limites da Unidade de Conservação), a partir da análise de 10 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido durante a pandemia global de COVID-19, causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), obedecendo estritamente todos os protocolos de segurança e cuidados da Organização Mundial da Saúde (OMS). Os procedimentos metodológicos estão apresentados na Figura 1 e serão explanados a seguir.

Figura 1. Fluxograma dos processos metodológicos



Foram selecionados 10 parâmetros indicadores de qualidade (Tabela 1), em função da representatividade qualitativa e viabilidade de realização.

Tabela 1. Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados

Parâmetros	Unidade	Característica
pH	-	Química
Temperatura	(°C)	Física
Oxigênio Dissolvido	(OD, mg/L)	Química
Condutividade Elétrica	(CE, μ S/cm)	Física
Sólidos Totais Dissolvidos	(STD, ppm)	Física
Turbidez	(UNT)	Física
Cor Aparente	(uC)	Física
Demanda Bioquímica de Oxigênio	(DBO, mg/L)	Química
Coliformes Totais	(NMP/100 ml)	Microbiológica
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100 ml)	Microbiológica

3.1 Área de estudo: Floresta Nacional de Brasília

A área de estudo localiza-se na Floresta Nacional de Brasília - FNB, Distrito Federal - DF, Brasil. A criação da FNB se deu por meio de doações de áreas públicas do DF à União, áreas estas que possuíam predominantemente em sua cobertura vegetal o plantio de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. implantados a partir de 1970 e que necessitavam de manejo florestal. O Decreto Presidencial S/N de 10 de junho de 1999 cria a Floresta Nacional de Brasília, 39 anos após a inauguração da capital federal, com os objetivos de:

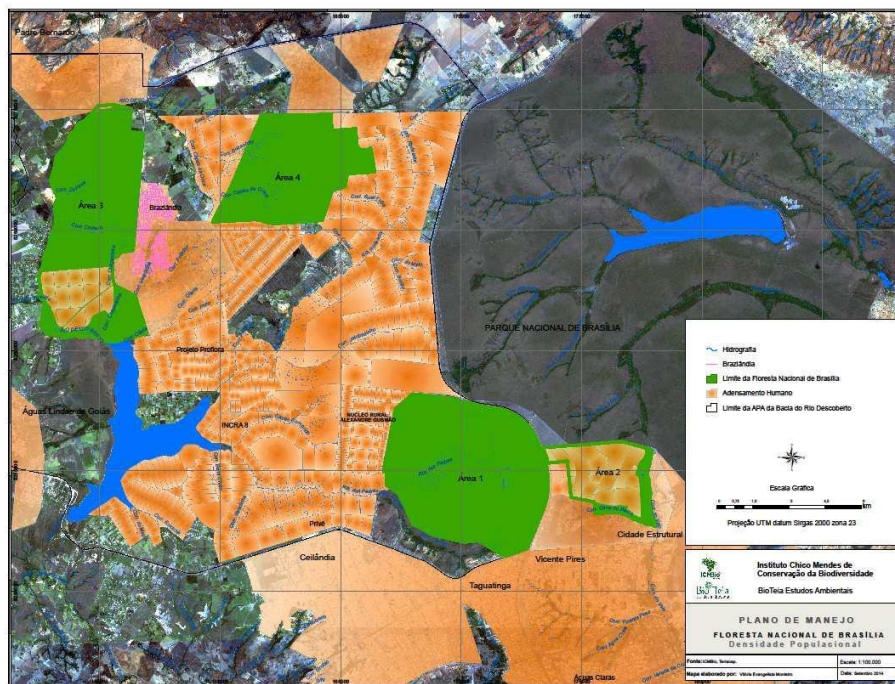
“promover o manejo de uso múltiplo e de forma sustentável dos recursos naturais renováveis, a manutenção e proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade do Cerrado, a recuperação de áreas degradadas, a educação florestal e ambiental, a manutenção de amostras do fragmento do ecossistema e o apoio ao desenvolvimento sustentável dos recursos naturais das áreas limítrofes.”

A FNB é uma Unidade de Conservação no grupo das Unidades de Uso Sustentável, que tem por definição “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Possui 9.346 hectares distribuídos por quatro áreas separadas geograficamente. As áreas 1 e 2, possuem respectivamente, 3.353 e 996 hectares (ha) e localizam-se na Região Administrativa (RA) III - Taguatinga, e as áreas 3 e 4 com respectivos, 3.071 e 1.925 ha, na RA IV – Brazlândia (ICMBIO, 2016).

Os afluentes da FNB também estão resguardados legalmente pela Área de Proteção de Mananciais criada pelo Decreto nº 18.585 de setembro de 1997. Sobreposta à UC, A Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Descoberto, criada pelo Decreto 88.940 de 07 de novembro de 1983, abrange uma área de 41.783,61 hectares, na qual se inclui 8.411 hectares referentes às glebas 1, 3 e 4 da FNB.

No contexto da legislação a FNB encontra-se em uma conjuntura favorável para a sua proteção, apesar disto, o antigo e crescente loteamento em suas áreas conflitam com os objetivos de conservação da Floresta Nacional. As Áreas 2 e 3 enfrentam problemas fundiários de difícil solução, com assentamentos já consolidados. Já as Áreas 1 e 4 são as menos habitadas, entretanto, há propriedades localizadas em suas periferias (Figura 2).

Figura 2. Mapa de adensamento populacional dentro e no entorno da Floresta Nacional de Brasília



Fonte: ICMBio (2016, p. 54)

A região de interesse escolhida para este estudo foi a Área 1, que corresponde a aproximadamente 36% da área total da FNB e onde se encontra a sede administrativa da UC, sob gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Atualmente ocorrem atividades de uso público nesta área, como atletismo, ciclismo e observação de aves. A área de estudo é a mais conservada da FNB e tem como objetivo proteger as nascentes do Ribeirão das Pedras e do Córrego Currais e assegurar o corredor ecológico com o Parque Nacional de Brasília (PNB) paralelo à rodovia DF-001 e aos limites da Área 1 (ICMBIO, 2016).

3.1.1 Clima

Possui sazonalidade climática típica do bioma Cerrado, com a ocorrência de verões chuvosos entre outubro e abril, e invernos secos, entre maio e setembro. Segundo Adámoli *et al.* (1987), o clima do Cerrado se classifica como Aw de Köppen (tropical chuvoso).

De acordo com estudo realizado de 1971 a 2012 pela Agência Nacional de Águas, constatou-se que o padrão de precipitação é uniforme nas quatro áreas da FNB. A Área 1

tem média anual de precipitação de 1.487,55 mm, sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos, e junho e julho os menos chuvosos (ICMBIO, 2016).

3.1.2 Hidrologia

Inserida na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, sub-bacia do Rio Descoberto e Unidade Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, a Área 1 da FNB abriga nascentes do Córrego Currais e Ribeirão das Pedras. Estes córregos são tributários do Rio Descoberto, cujo manancial provê o principal sistema de produção de água para abastecimento público do Distrito Federal.

A Resolução nº 02, de 17 de dezembro de 2014 define o Ribeirão das Pedras e o Córrego Currais como corpos de água doce classe 2. Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, as águas doces de classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento urbano após tratamento convencional, à recreação de contato primário, à irrigação, à aquicultura e atividades de pesca.

3.1.3 Vegetação

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, e não-florestais (savânicas e campestres). Em formações florestais predominam espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo ou descontínuo. Nas formações savânicas não há formação de dossel contínuo, e se caracterizam pela presença de árvores, arbustos e gramíneas. Já nas formações campestres, as espécies herbáceas e arbustivas são predominantes (RIBEIRO e WALTER, 1998).

A FNB apresenta fitofisionomias heterogêneas dentro das classes de formações florestais e não-florestais. Na Área 1, existem áreas nativas de cerrado *senso stricto*, campos de murunduns, matas de galeria e veredas. Também estão plantados talhões de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. (ICMBIO, 2016).

3.1.4 Espécies exóticas invasoras

As invasões biológicas têm sido indicadas como uma das principais causas de perda de biodiversidade no mundo (UNEP, 2005). Dentre os impactos ocasionados por esse processo de invasão, Davies (2009) cita alterações de habitats, ambiente físico e

processos ecossistêmicos e alterações no ciclo da água. Na África do Sul foram identificados efeitos associados com a dominância de espécies invasoras, onde os rios apresentaram redução na vazão e um aumento na concentração de sólidos, nutrientes e poluentes (CHAMIER *et al.*, 2012).

Segundo estudo de Sampaio e Schmidt (2013), até 2013 tinham sido registradas 106 espécies de plantas vasculares invasoras em UCs federais no Brasil, entre elas está o Parque Nacional de Brasília (PNB) com maior número de registros. De acordo com Horowitz *et al.* (2007), Pastore *et al.* (2012) e Proença *et al.* (2001), foram observadas 17 espécies exóticas ou invasoras na FNB. Acredita-se que, atualmente, este número seja ainda maior.

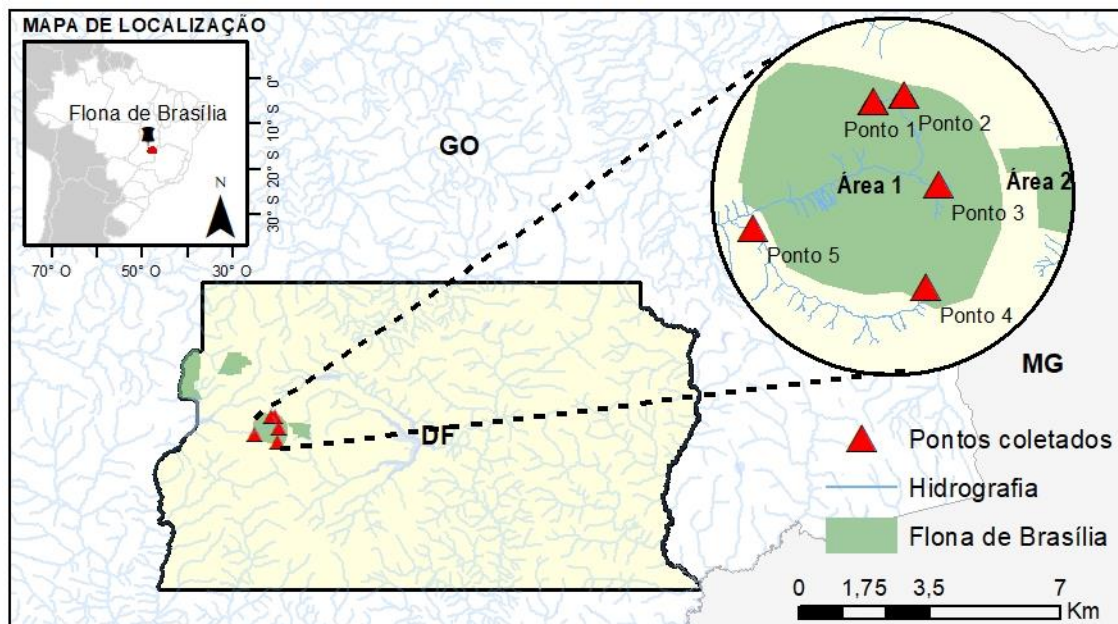
3.1.5 Zoneamento ambiental

O Art. 2º inciso XVI do SNUC, define o zoneamento como “setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”. As zonas definidas para a Área 1 e suas respectivas áreas são: Zona Primitiva (925 ha), Zona de Manejo Florestal Sustentável (2.431 ha), Zona de Uso Público (14 ha), Zona de Uso Especial (15 ha) e Zona de Uso Conflitante (27 ha). Destaca-se a Zona Primitiva, pois nesta se inserem as nascentes de estudo deste trabalho. Os critérios de inclusão para esta zona se referem ao grau de conservação e representatividade da vegetação nativa, a susceptibilidade ambiental, a riqueza e diversidade de espécies e ressaltam-se as áreas de nascentes, recarga de aquíferos e as demais áreas de proteção dos recursos hídricos (ICMBIO, 2016).

3.2 Pontos amostrais

As localizações dos pontos analisados estão indicadas na Figura 3.

Figura 3. Localização dos pontos amostrados na Área 1 da Floresta Nacional de Brasília, DF, Brasil



Fonte: Elaborado por Victoria Varela (2021). Limite político-administrativo (IBGE, 2019), Hidrografia (ADASA, 2011) e Unidades de Conservação (MMA, 2018). Datum: SIRGAS2000.

As coordenadas geográficas dos pontos, e seus respectivos nomes e siglas estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Pontos amostrais georreferenciados

Sigla	Nome dos pontos amostrais	Coordenadas geográficas
P1	Nascente I Córrego das Pedras	15°44'30.6"S, 48°04'38.9"O
P2	Espelho D'água	15°44'25.4"S, 48°04'12.2"O
P3	Nascente II Córrego das Pedras	15°45'42.5"S, 48°03'42.8"O
P4	Nascente do Córrego Currais	15°47'11.2"S, 48°03'53.4"O
P5	Córrego Currais	15°46'20.0"S, 48°06'23.4"O

3.2.1 Nascente I do Córrego das Pedras

A Nascente I do Córrego das Pedras – P1 (Figura 4) é circundada por área de cerrado típico, com predominância de cobertura arbórea e arbustiva. Este ponto se insere na Zona Primitiva da Área 1, conforme citado no item 3.1.5. O P1 está a aproximadamente 720 m de distância em linha reta da rodovia Estrada Parque do Contorno - EPCT (DF-

001) na porção norte, e a 7,1 km da entrada principal da UC. É um local de difícil acesso, a vegetação ao redor da nascente é densa e alta e o solo rico em matéria orgânica.

Figura 4. Nascente I do Córrego das Pedras – Ponto 1



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

3.2.2 Espelho D'água

O Espelho D'água – P2 (Figura 5) está localizado na porção nordeste da Área 1, inserido na Zona Primitiva e circundado por cerrado típico. Está a aproximadamente 400 m de distância em linha reta da Estrada Parque do Contorno - EPCT (DF-001) e a 6 km da entrada principal da FNB. A entrada no manancial é proibida, no entanto, foi observada a presença de ciclistas no local. É um ponto de fácil acesso, com espécies arbóreas de médio porte e presença de indivíduos de buriti (*Mauritia flexuosa*).

Figura 5. Espelho D'água – Ponto 2



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

3.2.3 Nascente II do Córrego das Pedras

A Nascente II do Córrego das Pedras – P3 (Figura 6) está inserida na Zona Primitiva e circundada por mata de galeria. Está a aproximadamente 1,77 km de distância em linha reta da BR-251, a leste da Área 1, e a 3,7 km da entrada principal da UC. É um ponto de fácil acesso, com espécies arbóreas de alto porte e solo rico em matéria orgânica.

Figura 6. Nascente II do Córrego das Pedras – Ponto 3



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

3.2.4 Nascente do Córrego Currais

A Nascente do Córrego Currais - P4 (Figura 7) está inserida na Zona Primitiva e circundada por mata de galeria e cerrado típico. Está a aproximadamente 924 m de distância em linha reta da BR-070, ao sul da Área 1, e a 800 m da entrada principal da UC. É um ponto de fácil acesso, com árvores de alto porte e solo rico em matéria orgânica.

Figura 7. Nascente do Córrego Currais – Ponto 4



Fonte: Alexandre Bonesso Sampaio (2021)

3.2.5 Córrego Currais

Este ponto foi escolhido para uma análise preliminar de qualidade da água por ser um afluente da Nascente do Córrego Currais (P4). Apesar de localizado fora da UC, a aproximadamente 400 m de distância do seu limite, é um grande atrativo para os frequentadores da FNB (Figura 8). A extensão do curso d'água da nascente ao P5 é de 6.850 m.

Figura 8. Córrego Currais – Ponto 5



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

3.3 Campanhas de amostragem

Após estabelecidos os objetivos, os parâmetros e a área de estudo, ocorreu a visita de reconhecimento nos dias 1 e 4 de dezembro de 2020 dos pontos de interesse na Área 1 da FNB para georreferenciamento dos locais de coleta por meio de GPS (“Global Position System”). Verificaram-se as vias de acesso de cada ponto, em que foi estimado o tempo para a realização das coletas e definida a melhor rota para o monitoramento.

A formulação da amostragem considerou a variabilidade espacial com a seleção de 5 pontos distintos, e a variação temporal, com quatro campanhas de amostragem realizadas em diferentes estações do ano. As campanhas na estação chuvosa aconteceram em 8 de dezembro de 2020 (Chuva 1) e 19 de janeiro de 2021 (Chuva 2). Já as campanhas realizadas na estação seca, aconteceram em 8 de junho de 2021 (Seca 1) e 6 de julho de 2021 (Seca 2). Desta forma, aconteceram 4 coletas em cada ponto, com exceção do ponto 5 (Córrego Currais) por ter sido possível realizar apenas uma coleta no dia 8 de junho de

2021 (Seca 1). Todas as amostragens foram realizadas no período da manhã, entre 08:00 e 12:00.

O planejamento das atividades de campo envolveu, também, a verificação da disponibilidade e funcionamento dos equipamentos de medição analítica *in loco*; a calibração dos equipamentos do laboratório e a separação e esterilização dos recipientes, materiais e vidrarias necessários para cada campanha de amostragem.

Para o processo de coleta, em função da profundidade dos corpos d'água, optou-se pela coleta de água bruta superficial, ou seja, entre 0 e 30 centímetros da lâmina d'água. A água bruta foi coletada a partir do mergulho dos frascos no sentido contrário ao fluxo natural da água, com o devido cuidado para que não houvesse o revolvimento e suspensão dos sólidos dos corpos hídricos (Figura 9). Obedeceu-se às instruções do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB e ANA, 2011) para o manuseio, acondicionamento e transporte das amostras a fim de garantir que não houvesse interferência nos resultados analíticos.

Figura 9. Coleta de água bruta superficial no Ponto 2 – Espelho D'água



Fonte: Alexandre Bonesso Sampaio (2021)

3.4 Ensaio físico-químico

O pH, a temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram determinados pela leitura do medidor multiparâmetro portátil modelo Hach HQ40d (Figura 10); para determinar a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos foi utilizado o condutivímetro digital portátil modelo DataLogger CD 4307SD (Figura 10), sendo as medições dessas variáveis realizadas em campo, diretamente no corpo hídrico.

Figura 10. Medidor multiparâmetro portátil modelo Hach HQ40d (à esquerda) e condutivímetro digital portátil modelo DataLogger CD 4307SD (à direita)



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

A leitura dos demais parâmetros físico-químicos foi iniciada logo após o término de cada campanha de amostragem, em parceria com o Laboratório de Qualidade de Águas e Efluentes do Instituto Federal de Brasília (IFB) - campus Samambaia. As análises de turbidez foram determinadas com o uso do turbidímetro de bancada Modelo Hach TL 2300 (Figura 11), e o parâmetro cor aparente, pelo espectrofotômetro de bancada Modelo Hach DR 6000 (Figura 12).

Figura 11. Turbidímetro de bancada Modelo Hach TL 2300



Figura 12. Espectrofotômetro de bancada Modelo Hach DR 6000



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio foi determinada por titulometria através da medida da quantidade de oxigênio dissolvido antes e após 5 dias de incubação da amostra, a temperatura constante de 20°C (Figura 13), segundo metodologia descrita pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

$$\text{Em que: } DBO \text{ (mg/L)} = (OD \text{ inicial} - OD \text{ final})$$

Figura 13. Processo de análise laboratorial do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

3.5 Ensaio microbiológicos

Para os ensaios microbiológicos seguiu-se os procedimentos especificados na Norma Técnica - NT L5.202 de janeiro de 2018 (CETESB, 2018), em que o Número Mais Provável – NMP de bactérias do grupo coliforme é estimado pela técnica de tubos múltiplos. O método se baseia no preparo do meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos presentes na amostra de água, e sua presença é detectada a partir da fermentação da lactose e produção de gás nos tubos de ensaio. Os equipamentos e materiais utilizados estão descritos nos itens 4 e 5 da NT L5.202/18 e os meios de cultivo adequados ao crescimento dos microrganismos, descritos nos itens 6.2, 6.3 e 6.4 da mesma norma.

A determinação de coliformes totais se deu em duas etapas, a de ensaio presuntivo e ensaio confirmativo. Já a densidade de coliformes termotolerantes foi obtida a partir de um teste aplicado paralelamente ao de coliformes totais.

Na etapa presuntiva, foram utilizados 5 tubos com o meio de cultivo Caldo Lactosado (Figura 14) para cada um dos 5 volumes de amostra semeados (10^0 ml, 10^{-1} ml, 10^{-2} ml, 10^{-3} ml e 10^{-4} ml), totalizando 25 tubos para cada ponto amostrado, em cada uma das 4 campanhas de amostragem de água. Os tubos foram incubados a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 48 horas. Após as 48 horas, os tubos que apresentaram resultados positivos para

a produção de gás, o que indica a presença de bactérias do grupo coliforme, foram transferidos para a etapa confirmatória.

Figura 14. Tubos de ensaio com o meio de cultivo Caldo Lactosado



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

Na etapa confirmatória, os resultados presuntivos positivos foram inoculados nos tubos de ensaio preparados com o meio de cultivo Caldo Verde Brillante e Bile a 2% (Figura 15), sendo a incubação efetuada também a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 48 horas. O resultado positivo após as 48 horas de incubação neste meio reduz a possibilidade de ocorrência de resultados falsos-positivos e é a prova confirmativa positiva para a presença de coliformes totais.

Figura 15. Tubos de ensaio com o meio de cultivo Caldo Verde Brillante e Bile



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

Ainda na etapa confirmatória, após a identificação dos tubos presuntivos positivos do meio de cultivo Caldo Lactosado, estes foram inoculados e transferidos para tubos

contendo meio EC para a determinação de coliformes termotolerantes (Figura 16). Os tubos inoculados com o meio EC foram incubados durante 24 ± 2 horas em banho-maria a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Os tubos que tiveram produção de gás após as 24 horas indicaram a presença de coliformes termotolerantes ou *E. Coli*.

Figura 16. Tubos de ensaio com o meio de cultivo EC



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

Com o ensaio presuntivo e confirmativo finalizado, a combinação de resultados positivos e negativos anotados na ficha de controle (Anexo 1) permitiu estimar a densidade das bactérias pela aplicação de cálculos de probabilidade de NMP/100 ml. Essa combinação de resultados positivos e negativos em cada uma das 5 séries é convertida em um código, vide observações da NT L5.202/18. A partir deste código e com os seus respectivos valores de referência, o NMP/100 ml é dado pela fórmula a seguir:

$$\text{NMP correspondente ao código} \times \frac{10}{\text{maior volume inoculado}}$$

3.6 Interpretação dos dados primários

Os resultados analíticos dos parâmetros físicos e químicos foram comparados com os padrões de qualidade estabelecidos para corpos de água doce classe 2 na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005). A discussão dos resultados também foi relacionada com a literatura científica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos itens 4.1 e 4.2, serão apresentados e discutidos os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados da Nascente I do Córrego das Pedras (P1), Espelho D'água (P2), Nascente II do Córrego das Pedras (P3) e Nascente do Córrego Currais (P4) nas quatro campanhas de amostragem (Chuva 1 = dez/2020, Chuva 2 = jan/2021, Seca 1 = jun/2021 e Seca 2 = jul/2021).

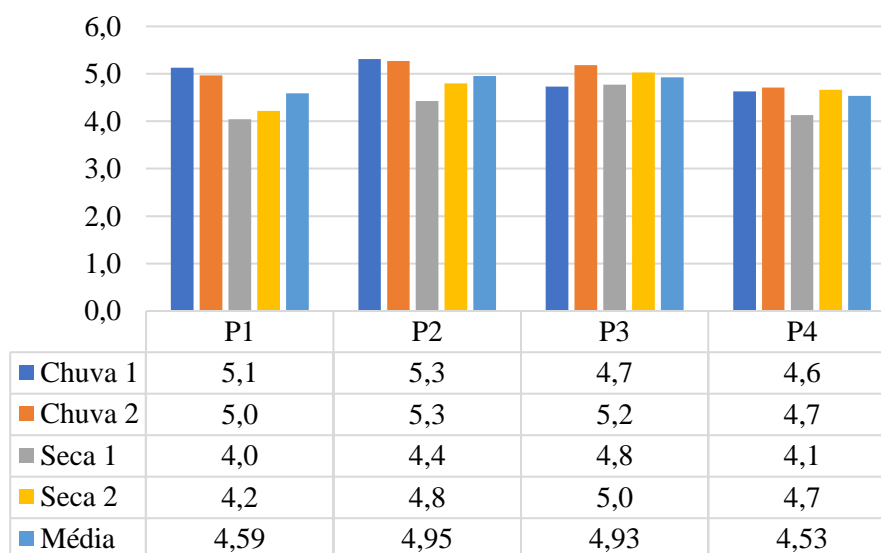
No item 4.3, serão apresentados e discutidos os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do Córrego Currais (P5), obtidos em apenas uma campanha de amostragem (Seca 1) e que tem como uma de suas nascentes o P4.

4.1 Parâmetros Físico-Químicos

4.1.1 pH

O parâmetro químico pH variou de 4,0 a 5,3. As menores médias encontradas foram para os pontos P1 e P4 (Figura 17). As campanhas realizadas na estação chuvosa apresentaram maiores médias.

Figura 17. Valores obtidos de pH nas quatro campanhas de amostragem



O potencial hidrogeniônico é representado em uma escala que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) e alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma substância (FELTRE, 2004). As águas analisadas apresentaram valores $\leq 5,3$

caracterizando-se como levemente ácidas. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que para corpos de água doce classe 2 o pH deve estar entre 6,0 e 9,0, portanto, os quatro pontos apresentaram valores inferiores ao limite estabelecido pela legislação.

O pH é considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, apesar de ser uma das mais difíceis de se interpretar, pois seus valores podem ser influenciados por diversos fatores (ESTEVES, 1998). Dentre os fatores que influenciam o pH, estão a quantidade disponível de matéria orgânica e a sua decomposição. Com a decomposição de matéria orgânica há grande produção de ácidos, desta forma, a quantidade de matéria disponível pode explicar a intensidade da acidez na água (ESTEVES, 1998).

Também deve-se considerar que o pH das águas naturais variam de acordo com as características do solo. Segundo Ribeiro e Walter (1998), os solos das matas de galeria podem apresentar maior acidez. E, de acordo com Silva *et. al* (2008) com o aumento da precipitação o pH tende a subir, pois aumenta o escoamento e a diluição de compostos dissolvidos.

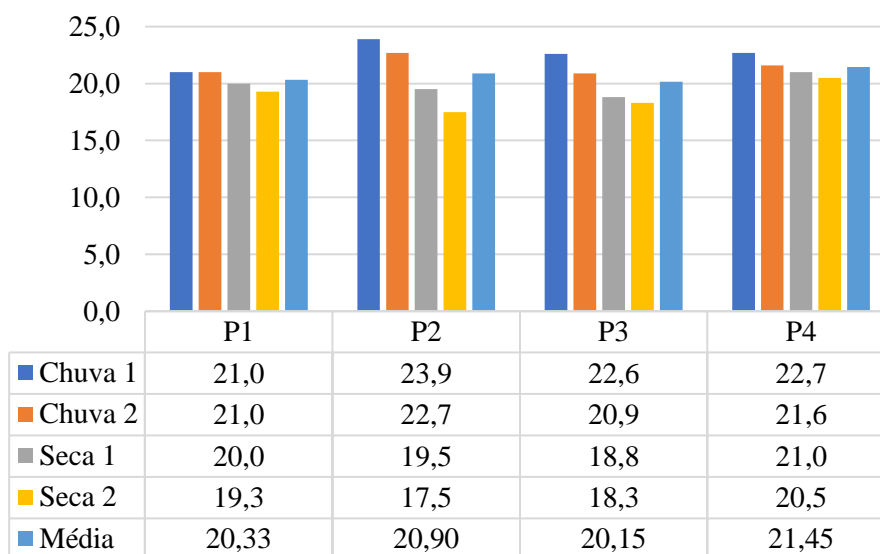
Desta forma, a decomposição da matéria orgânica, as características do solo e o escoamento e diluição de compostos dissolvidos indicam uma possível relação com os valores encontrados. O pH <5,0 pode apresentar riscos para a comunidade aquática, a depender do nível de tolerância de cada espécie (CETESB, 2020).

4.1.2 Temperatura

Em relação ao parâmetro físico temperatura, houve variação de 17,5 a 23,9°C. Os valores de temperatura da água para o período chuvoso estão entre 20,9 e 23,9°C, e na estação seca entre 17,5 e 21,0°C. A variação entre os pontos foi baixa, conforme apresentado na Figura 18.

Constatou-se que a sazonalidade teve influência significativa nos teores médios de temperatura da água. As menores temperaturas foram registradas nos pontos P1 e P3, provavelmente pela presença de cobertura vegetal que serve de anteparo para os raios solares.

Figura 18. Valores obtidos de temperatura nas quatro campanhas de amostragem



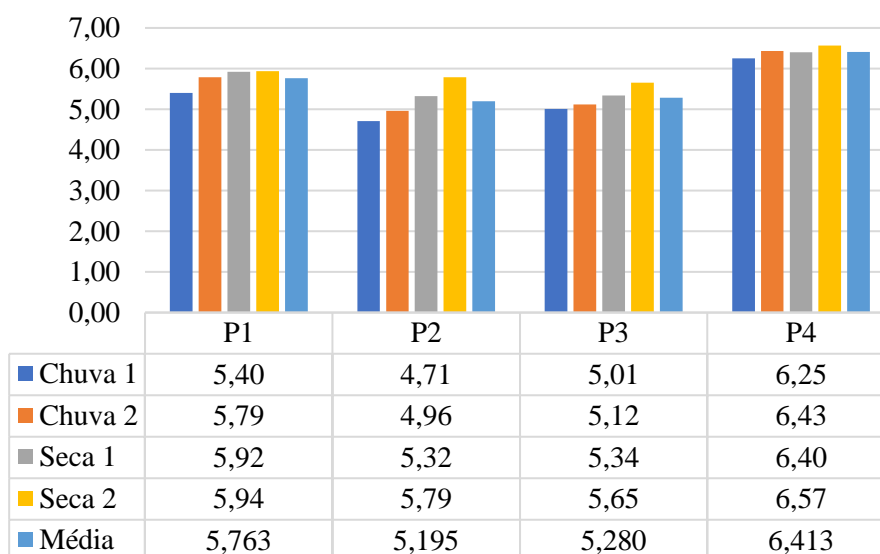
Sabe-se que a temperatura é um dos parâmetros físicos de maior importância no estudo dos ecossistemas aquáticos, uma vez que influencia diretamente os processos metabólicos vitais, como a respiração e solubilidade dos gases dissolvidos (QUEIROZ, 2003). Os valores obtidos se relacionam com a sazonalidade do bioma Cerrado, a cobertura vegetal, o horário de coleta e a profundidade analisada (0-30 cm da lâmina d'água).

4.1.3 Oxigênio Dissolvido

O parâmetro químico Oxigênio Dissolvido (OD) teve um aumento crescente ao longo das campanhas de amostragem, com variação de 4,71 a 6,57 (Figura 19). As maiores médias foram dos pontos P1 e P4. Pode-se observar o aumento do OD nas campanhas realizadas na estação seca.

O OD é uma variável extremamente importante para ciclos de vida de peixes e outros organismos aeróbios e para o funcionamento adequado dos ecossistemas, e indica a concentração de oxigênio molecular (O_2) dissolvido na água em mg/L. O oxigênio é um gás pouco solúvel em água e a sua solubilidade depende da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos (VALENTE, PADILHA e SILVA, 1997).

Figura 19. Valores obtidos de oxigênio dissolvido nas quatro campanhas de amostragem



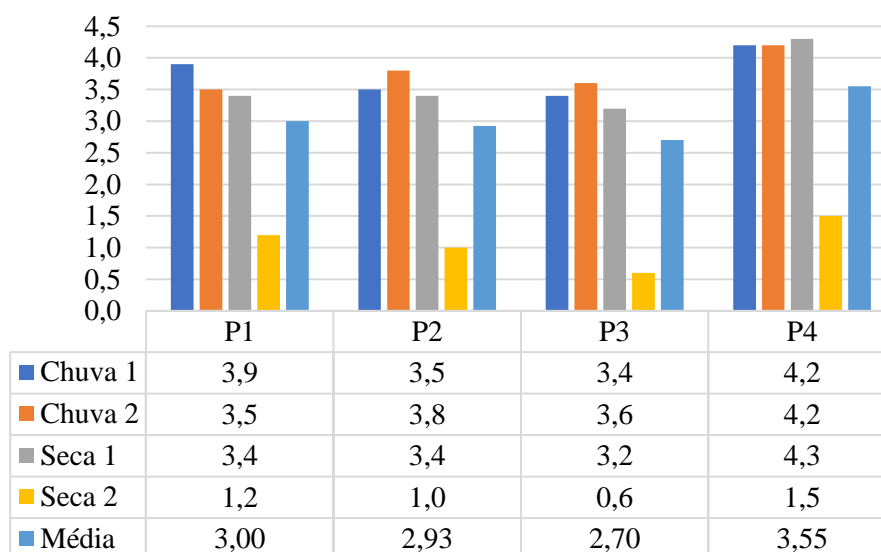
Os valores observados para OD mantiveram-se de acordo com a condição de qualidade estabelecida pela Resolução CONAMA 357/05 de não inferior a 5 mg/L, com exceção da primeira e segunda amostragem no ponto P2.

Segundo Esteves (1998), em ecossistemas aquáticos rasos - como os pontos analisados - a concentração de oxigênio atinge valores baixos no período chuvoso pelo grande aporte de matéria orgânica e revolvimento de sedimentos. Nesse período, as águas tendem a apresentar baixo teor de oxigênio dissolvido, gerando condições inadequadas para a preservação da vida aquática (ANA, 2005). Essa afirmação corrobora os resultados obtidos, visto que os valores de OD foram menores no período chuvoso, e conseqüentemente maiores no período de seca. Os níveis de OD podem indicar a saúde desses ecossistemas, uma vez que o oxigênio está envolvido em praticamente todos os seus processos químicos e biológicos.

4.1.4 Condutividade Elétrica

O parâmetro físico Condutividade Elétrica (CE) variou de 3,4 a 4,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação chuvosa e de 0,6 a 4,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação seca (Figura 20). A CE foi expressa em microSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e evidenciou-se baixa condutividade em todos os pontos com valores menores que 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 20. Valores obtidos de condutividade elétrica nas quatro campanhas de amostragem



De acordo com Pinto (2007), a condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons e depende expressivamente da temperatura, desta forma, os seus valores devem ser acompanhados da temperatura medida da água.

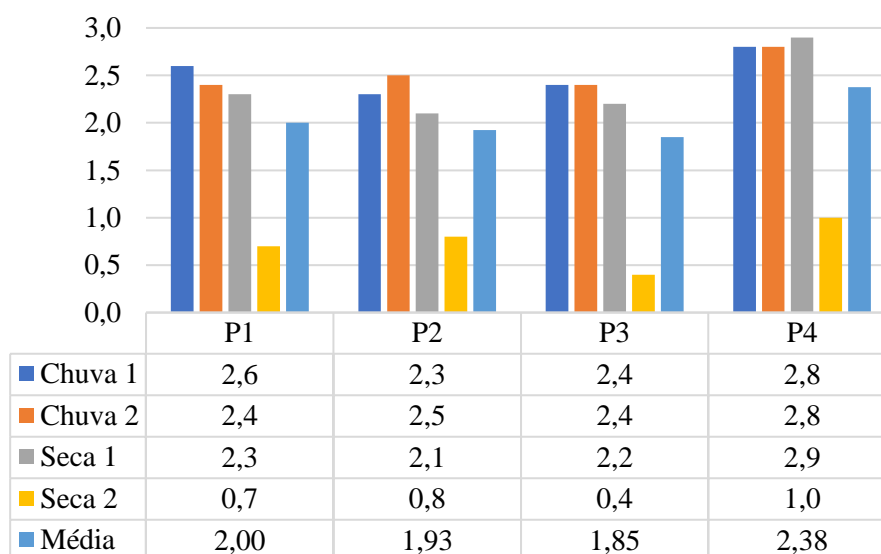
Na legislação brasileira não existe um limite tido como aceitável para este parâmetro, porém, de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade inferiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em corpos d'água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais.

Esteves (1998) afirma que em regiões tropicais, os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas e com as condições climáticas (estação chuvosa e seca) da região onde se localizam. Os valores obtidos foram inferiores a 4,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e indicam que a água não possui características corrosivas.

4.1.5 Sólidos Totais Dissolvidos

O parâmetro físico Sólidos Totais Dissolvidos (STD) variou na estação chuvosa de 2,3 a 2,8 mg/L e na estação seca de 0,4 a 2,9 mg/L. Os valores mais baixos, em todos os pontos, foram da campanha Seca 2 (Figura 21). Os pontos P1 e P4 apresentaram as maiores médias.

Figura 21. Valores obtidos de sólidos totais dissolvidos nas quatro campanhas de amostragem



Como o maior valor encontrado foi de 2,9 mg/L de STD, todos os pontos estão de acordo com o valor de referência de até 500 mg/L estabelecido na Resolução CONAMA 357/05. Os STD são a quantidade total de substâncias dissolvidas na água e efluentes, incluindo matéria orgânica, minerais e substâncias inorgânicas; a água que contém níveis elevados de sólidos dissolvidos é imprópria para o uso industrial e considerada de qualidade inferior para consumo humano (TELLES e COSTA, 2007).

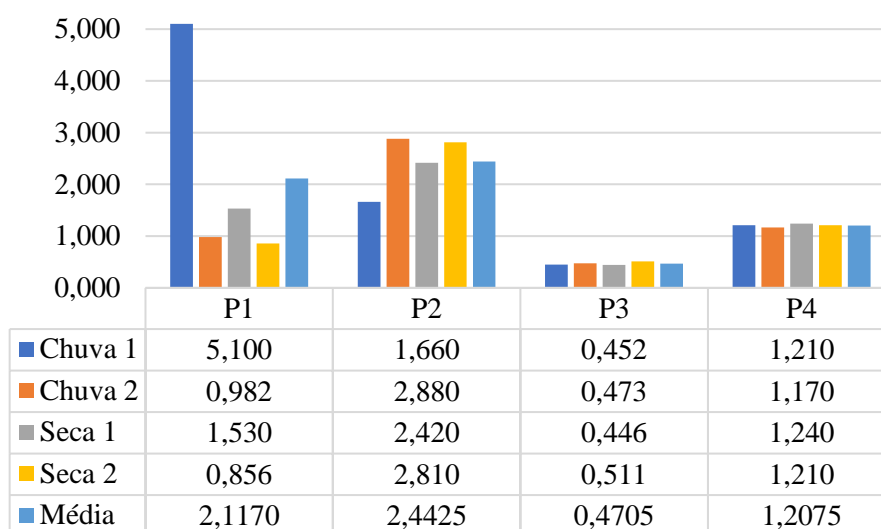
Os STD apresentaram maiores valores no período chuvoso, o que era esperado devido à agitação no corpo hídrico. Ainda assim, os valores são muito baixos quando comparados ao limite estabelecido pela legislação, e sugerem que a entrada de sólidos na água não é capaz de impedir a penetração da luz e induzir o aquecimento da água e, o que por consequência, poderia diminuir a quantidade de oxigênio dissolvido no meio.

4.1.6 Turbidez

A turbidez apresentou mínima de 0,452 e máxima de 5,100 UNT no período chuvoso, e de 0,446 a 2,810 UNT no período de seca (Figura 22). Os pontos P1 e P2 apresentaram maiores médias.

Os teores de turbidez, devem estar abaixo de 100 UNT segundo a Resolução CONAMA 357/05. O valor máximo medido foi de 5,100 e indica baixa presença de materiais sólidos em suspensão.

Figura 22. Valores obtidos de turbidez nas quatro campanhas de amostragem

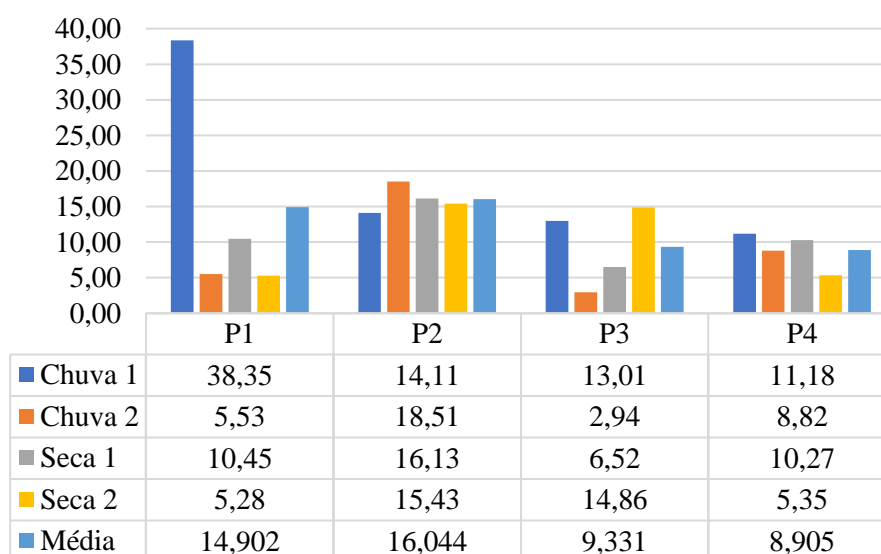


Segundo Libânio (2010), corpos hídricos onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez tende a ser baixa, com frequência inferior a 10 UNT. Os valores baixos de turbidez indicam que há pouco revolvimento dos sedimentos nas nascentes, e provavelmente se relacionam com as características físicas de suas áreas.

4.1.7 Cor Aparente

A cor aparente variou de 2,94 a 38,35 uC na estação chuvosa e de 5,28 a 16,13 uC na seca. As maiores médias foram para os pontos P1 e P2 (Figura 23).

Figura 23. Valores obtidos de cor aparente nas quatro campanhas de amostragem



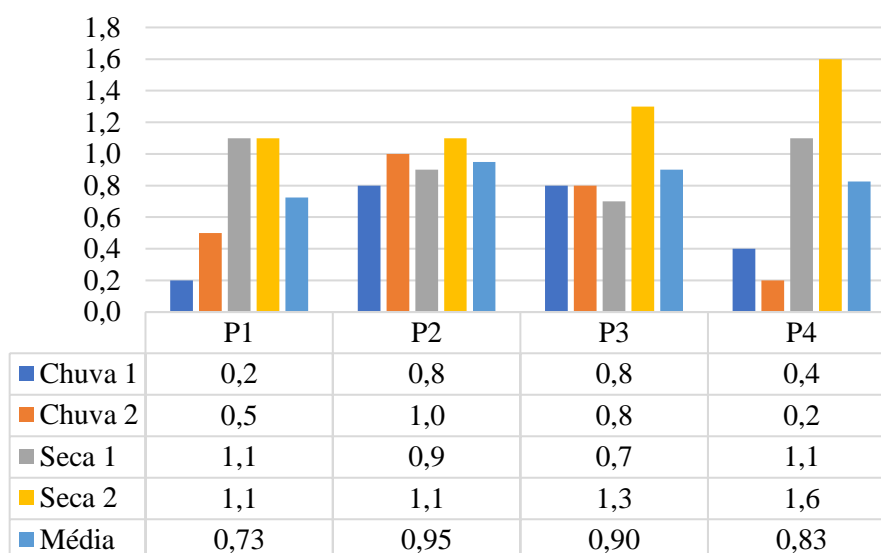
A cor aparente se refere à determinação de cor - expressas em Unidade de Cor (uC) - em amostras com turbidez (LIBÂNIO, 2010). A Resolução CONAMA 357/05 não apresenta valores de referência para este parâmetro. As águas naturais apresentam, em geral, intensidades de cor variando de 0 a 200 unidades e valores inferiores a dez unidades são dificilmente perceptíveis (FUNASA, 2014).

De acordo com o Apêndice C da CETESB (2020), a turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. As águas amostradas apresentaram baixos valores, o que indica boa qualidade da água.

4.1.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) teve mínima de 0,2 e máxima de 1,0 mg/L na estação chuvosa, e mínima de 0,7 e máxima de 1,6 mg/L na seca. Na quarta campanha (Seca 2), observou-se os maiores valores. Os pontos P1 e P4 apresentaram as menores médias, apesar de haver pouca variação em todos os pontos amostrados (Figura 24).

Figura 24. Valores obtidos de demanda bioquímica de oxigênio nas quatro campanhas de amostragem



A DBO indica a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos nos processos biológicos de degradação da matéria orgânica no meio aquático, e se caracteriza como um indicador das cargas orgânicas nos corpos hídricos (ANA, 2017).

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que o DBO ideal é de até 5 mg/L, assim, todas as nascentes encontram-se de acordo com o que prevê a legislação. Os baixos valores de DBO indicam que não há poluição orgânica nas águas analisadas.

4.2 Parâmetros Microbiológicos

Os resultados para o grupo coliformes estão expressos em Número Mais Provável (NMP) de coliformes por 100 ml de água (NMP/100 ml). Assim, o NMP/100 ml é resultado da estimativa da densidade dessas bactérias no corpo d'água.

4.2.1 Coliformes totais

Para os coliformes totais, os resultados tiveram mínima de <18/100 ml e máxima de 5.400/100 ml (Tabela 3). As maiores concentrações foram detectadas na segunda campanha (Chuva 2). Os pontos P1 e P3 apresentaram maior densidade de coliformes totais na água.

Tabela 3. Estimativa do Número Mais Provável de coliformes totais por 100 ml de água

Ponto	Chuva 1	Chuva 2	Seca 1	Seca 2
P1	320	3300	3300	110
P2	< 18	2800	120	< 18
P3	1400	5400	170	310
P4	940	1700	490	780

O termo 'coliformes totais' inclui bactérias ambientais e de origem fecal capazes de sobreviver no meio aquático (LIBÂNIO, 2010). De acordo com Cunha *et al.* (2003) durante a estação chuvosa, a concentração de coliformes aumenta vertiginosamente, isto ocorre pois com a chuva há maior carreamento de microrganismos presentes na superfície do solo para o corpo d'água.

O tamanho do corpo hídrico também influencia na concentração desses organismos. Foram determinadas maiores concentrações de coliformes totais nos corpos d'água que possuem menor volume e, conseqüentemente, a diluição dessas bactérias na água é menor. As nascentes analisados não recebem descargas de efluentes, o que pode indicar uma ocorrência natural para este parâmetro.

4.2.2 Coliformes termotolerantes

Para os coliformes termotolerantes, em 56,25% das amostras coletadas determinaram-se valores acima de 20/100 ml (Tabela 4). A variação foi de <18/100 ml a 1.300/100 ml no período chuvoso, e de <18/100 ml a 78/100 ml no período de seca. Os pontos P2 e P3 apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes por 100 ml de água.

Tabela 4. Estimativa do Número Mais Provável de coliformes termotolerantes por 100 ml de água

Ponto	Chuva 1	Chuva 2	Seca 1	Seca 2
P1	92	110	78	20
P2	< 18	1300	< 18	< 18
P3	490	120	< 18	< 18
P4	78	310	< 18	< 18

Os coliformes termotolerantes são um subgrupo dos coliformes, e apresentam-se em elevadas concentrações nas fezes humanas e de animais, constituindo-se um indicador de poluição fecal (LIBÂNIO, 2010).

Todos os pontos apresentaram valores positivos para a presença de coliformes termotolerantes, portanto, pode-se considerar que as nascentes analisadas estão contaminadas. A presença de coliformes não indica diretamente a presença de patogênicos ou de contaminação humana, mas é uma boa estimativa da probabilidade de ocorrência deste tipo de organismo (Cunha *et al.*, 2004).

A contaminação fecal das nascentes amostradas na FNB pode ser originada pelas fezes de animais endotérmicos. No P2, por exemplo, foram avistadas fezes de anta (*Tapirus terrestris*), mamífero de grande porte caracterizado como vulnerável de acordo com a lista de espécies da fauna ameaçados de extinção pela *The IUCN Red List of Threatened Species* (Figuras 25 e 26).

Figura 25. Fezes de anta (*Tapirus terrestris*) encontradas ao lado do manancial Espelho D'água



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

Figura 26. Foto aproximada das fezes de anta (*Tapirus terrestris*) encontradas ao lado do manancial Espelho D'água



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

Estudos indicam que a anta seleciona seu habitat de acordo com a disponibilidade de alimento e recursos hídricos (SALLAS & FULLER 1996; FOERSTER & VAUGHAN 2002; NARANJO 2009). A presença das fezes de anta pode indicar um bom estado de conservação da área de estudo, já que o animal é considerado um bioindicador de qualidade do ambiente por ser considerada suscetível à perda e fragmentação de habitat, caça ilegal, atropelamentos e enfermidades transmitidas por animais domésticos (VARELA *et al.* 2019).

4.3 Córrego Currais

Com o intuito de avaliar a variação dos dados ao longo de corpo hídrico, foi realizada uma análise de qualidade da água preliminar no Córrego Currais. Este córrego nasce na Área 1 da FNB e tem como uma de suas nascentes a Nascente do Córrego Currais (P4). Este trecho está localizado a 6.850 m de distância da nascente.

Os valores observados dos parâmetros físicos e químicos estão dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 e literatura discutida nos itens anteriores, no entanto, também foi identificada a contaminação fecal neste ponto (Tabela 5). Ao comparar os valores obtidos na nascente (P4) e em seu curso d'água (P5), nota-se como os valores se alteram.

Tabela 5. Comparativo dos valores obtidos no P4 e P5, na campanha Seca 1

Parâmetros analisados	P4	P5
pH	4,13	6,58
Temperatura (T, °C)	21	18,5
Oxigênio dissolvido (OD, mg/L)	6,4	8
Condutividade elétrica (CE, µS/cm)	4,3	3,7
Sól. totais dissolvidos (STD, mg/L)	2,9	24,7
Turbidez (UNT)	1,24	3,42
Cor aparente (uC)	10,27	35,643
DBO (mg/L)	1,1	0,7
Coliformes totais (NMP/100 ml)	490	490
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	<18	170

Para uma melhor avaliação do corpo hídrico, faz-se necessário um monitoramento ao longo do córrego Currais e em diferentes momentos do ano, a fim de verificar se a qualidade da água se mantém, e identificar possíveis áreas impactadas pelo mal uso humano. É esperado que, com a chegada do período chuvoso, os resíduos sólidos encontrados nas laterais íngremes do córrego Currais (Figura 27), sejam carreados para dentro da água.

Figura 27. Descarte inadequado de resíduos sólidos no Córrego Currais



Fonte: Julyana Amaral Lima (2021)

O descarte inadequado de resíduos sólidos observado ao longo do córrego, pode provocar a contaminação e assoreamento de corpos hídricos (MUCELIN & BELLINI, 2008). Como a amostragem neste ponto foi realizada na estação seca, e por perceber a influência da sazonalidade na variação dos dados, entende-se que existe uma tendência ao aumento destes valores na estação chuvosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos parâmetros físico-químicos analisados, apenas o pH apresentou médias abaixo do padrão estabelecido. Em relação aos parâmetros microbiológicos, constatou-se que há contaminação fecal nas águas, muito provavelmente ocasionada pelas fezes de animais de sangue quente que circulam na FNB, tendo em vista que as nascentes analisadas não recebem nenhum tipo de efluente.

Em relação ao estudo preliminar realizado no Córrego Currais, adjacente à UC, os parâmetros físicos e químicos se adequaram aos limites estabelecidos. Ainda assim, foi possível observar que houve variação dos valores deste ponto quando comparados à sua nascente de origem (Nascente do Córrego Currais – P4). Como as análises do Córrego Currais aconteceram apenas em junho, na estação seca, não foi possível entender as tendências sazonais de variação neste ponto. Por isso, também não é possível afirmar que “uma água está melhor que a outra” pois as águas superficiais são condicionadas por variáveis naturais e antrópicas específicas da área em que se inserem. Foi possível observar que ao sair dos limites da UC, este córrego recebe maior influência de ações humanas, o que pode implicar na deterioração de sua qualidade. O monitoramento deste e de outros corpos hídricos que nascem na FNB e cursam fora de seus limites, devem ser melhor estudados.

Considerando que todos os pontos apresentaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes, entende-se que as águas analisadas são águas brutas, sem tratamento, e o consumo humano não é indicado tanto nos pontos amostrais, quanto em qualquer outro corpo hídrico natural. As águas de nascentes de forma geral, tendem a ser menos diluídas e conseqüentemente podem concentrar maior densidade de bactérias e poluentes, sendo um risco à saúde quando ingeridas.

A sazonalidade teve grande influência na variação dos dados e permitiu identificar como os aspectos físicos, químicos e microbiológicos das águas na Área 1 se alteram entre os meses de maior precipitação (dezembro e janeiro) e o período de maior estiagem (junho e julho).

Os resultados obtidos são satisfatórios e apontam que pelo menos para estes parâmetros e pontos analisados, as águas apresentam boa qualidade. No entanto, a utilização da água como indicador qualitativo exige estudos complementares, que permitam verificar fatores bióticos, abióticos e antrópicos que possam interferir na sua

qualidade. Dentre eles, sugere-se a análise de outros parâmetros representativos para a caracterização da qualidade da água; o estudo aprofundado da correlação entre espécies exóticas e/ou invasoras e a qualidade e quantidade de água disponível; o estudo do solo e microbiota, os efeitos das queimadas e o impacto antrópico nos corpos hídricos oriundos do grande fluxo de visitantes que esta área recebe.

Destaca-se a necessidade de incentivo à pesquisa nesta área, além de estratégias de restauração ecológica, recuperação de áreas degradadas e/ou convertidas pela silvicultura, e ações preventivas permanentes para que não sejam necessários recursos humanos e financeiros no combate à poluição das águas. Evidencia-se também, a necessidade de ações efetivas de conservação e planejamento territorial no entorno da Área 1 da FNB, tendo em vista o desenvolvimento urbano desordenado sem os devidos cuidados quanto à preservação dos recursos hídricos. A adoção de estratégias como o monitoramento da qualidade da água é essencial para apontar áreas prioritárias para o controle da poluição hídrica e para efetividade de planejamento e gerenciamento das águas.

A avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água permitiu uma melhor compreensão quanto à condição qualitativa das nascentes amostradas, e os resultados indicam que Área 1 da Floresta Nacional de Brasília cumpre com seu objetivo de proteção das nascentes do Ribeirão das Pedras e Córrego Currais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, WJ., ed. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina: EMBRAPA-CPAC] São Paulo: Nobel, 1987. p.33-98.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Brasília: ANA, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Brasília: ANA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2020.

APHA. Standard methods for the examination of water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington: 1998.

BRASIL. Decreto de 10 de junho de 1999: Autoriza a União a aceitar doação de imóveis que menciona, cria a Floresta Nacional de Brasília, e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº 88.940 de 7 de novembro de 1983: Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção Ambiental das Bacias dos Rios São Bartolomeu e Descoberto, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000: Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão *et al.* - São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. São Paulo: CETESB, 5a Edição, 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Apêndice C - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Apêndice E - Índice de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2020.

CHAMIER, J., SCHACHTSCHNEIDER, K., LE MAITRE, D. C., ASHTON, P. J., & VAN WILGEN, B. W. Impacts of invasive alien plants on water quality, with particular emphasis on South Africa. *Water SA*, 38(2), 345-356. 2012.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL (CRH/DF). Resolução nº 02, de 17 de dezembro de 2014: Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes, segundo os usos preponderantes, e dá encaminhamentos. Brasília: CRH/DF, 2014.

CUNHA, A. C. *et al.* Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado Amapá sob Poluição Microbiológica, *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi*, série. Ciências Naturais, Belém, v.1, p.141-148, 2003.

CUNHA, A. C; *et al.* Qualidade microbiológica da água de rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 322-328, 2004.

DAVIES, M.A. *Invasion Biology*. Oxford University Press. 2009.

DISTRITO FEDERAL. Decreto no 18.585, de setembro de 1997. Regulamenta o Art. 30 de Lei Complementar no 17, de 28 de janeiro de 1997, o qual trata dês Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF.

ESTEVEZ, F. *Fundamentos de Limnologia*, Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FELTRE, R. *Físico-química*. 6. Ed., v.2, p.228. São Paulo: Moderna, 2004.

FOERSTER, C.R. & C. VAUGHAN. Home range, habitat use and activity of Baird's tapir in Costa Rica. *Biotropica*, 2002. 34:423-37.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS*. Brasília: FUNASA, 2014.

HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R., MACHADO, T. Espécies exóticas arbóreas, arbustivas e herbáceas que ocorrem nas Zonas de Uso Especial e de Uso Intensivo do Parque Nacional de Brasília: Diagnóstico e Manejo. MMA: Brasília, Distrito Federal, 2007.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). *Plano de Manejo da Floresta Nacional de Brasília*. ICMBio, Brasília, 2016.

KLINK C. A., MACHADO R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 2005; 19(3): 707-713.

LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos da Qualidade e Tratamento de Água*. São Paulo: Átomo, 2010.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Meio Físico: V.3 - Hidrografia. In: FONSECA, F. O. (org.). *Águas Emendadas*. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, p. 116, 2008.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 63, n. 3, p. 27-29, jul 2011. Disponível em:

<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 set 2021

MAPBIOMAS. “Projeto MapBiomas – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Cerrado - Coleção 6”, 2021.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & natureza*, v. 20, p. 111-124, 2008.

MÜLLER, C. Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado – the case of soybeans in Brazil’s center-West. Department of Economics Working Paper 306, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

MYERS, N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., FONSECA G.A.B. & KENT J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858

NARANJO, E. J. Ecology and conservation of Baird’s tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2, 2009. 140–58.

PASTORE, M. *et al.* Plantas exóticas invasoras na Reserva Biológica do Alto da Serra da Paranapiacaba, Santo André/SP: guia de campo. São Paulo: Instituto de Botânica, 46p, 2012.

PINTO, M. C. F. Manual medição in loco. Site da CPRM, 2007. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2021.

PROENÇA, C. E. B. *et al.* Listagem e nível de proteção das espécies fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. In: CAVALCANTI, T. B.; RAMOS, A. E. (Orgs.). *Flora do Distrito Federal, Brasil*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, v. 1, 359p., 2001.

QUEIROZ, A. M. Caracterização limnológica do lagamar do Cauípe – Planície Costeira do município de Caucaia – CE. 2003. 204 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, 2003.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa, 1998.

SALAS, L. & T. FULLER. Diet of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*L.) in Tabaro river valley, southern Venezuela. *Canada Journal of Zoology*, 1996. 74:1444–51.

SAMPAIO, A. B. e SCHMIDT, I.B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 2013.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233

SILVA, A. E. P. *et al.* Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazônica*, v. 38, n. 4, p. 733-742. 2008.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. *Reuso da Água: conceitos, teorias e práticas - 1ª Edição*. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

UN ENVIRONMENT PROGRAMME. Implications of the findings of the Millennium Ecosystem Assessment for the future work of the Convention – Addendum - Summary for decision makers of the biodiversity synthesis report. UNEP, 2005.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P.M. e SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. *Eclética Química* [online]. 1997, v. 22, p. 49-66.

VARELA, D., FLESHER, K., CARTES, J.L., de BUSTOS, S., CHALUKIAN, S., AYALA, G. & RICHARD-HANSEN, C. 2019. *Tapirus terrestris*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2019.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

ANEXOS

ANEXO 1 - DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES – FERMENTAÇÃO EM TUBOS MÚLTIPLOS

(Norma Técnica L5.202)

Coleta:

Coliformes Totais – Ensaio presuntivo (48h) – Caldo Lactosado

		A	B	C	D	E
1 (10 ⁰) ml	48h					
0,1 (10 ⁻¹) ml						
0,01 (10 ⁻²) ml						
0,001 (10 ⁻³) ml						
0,0001 (10 ⁻⁴) ml						

Coliformes Totais – Ensaio confirmativo (48h) – Caldo Brillante Bile

		A	B	C	D	E
1 (10 ⁰) ml	48h					
0,1 (10 ⁻¹) ml						
0,01 (10 ⁻²) ml						
0,001 (10 ⁻³) ml						
0,0001 (10 ⁻⁴) ml						

CÓDIGO FORMADO: _____

Coliformes termotolerantes (24h) – Meio EC

		A	B	C	D	E
1 (10 ⁰) ml	24h					
0,1 (10 ⁻¹) ml						
0,01 (10 ⁻²) ml						
0,001 (10 ⁻³) ml						
0,0001 (10 ⁻⁴) ml						

CÓDIGO FORMADO: _____