



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UnB PLANALTINA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS - ProfÁgua**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CÓRREGO CURRAIS E
RIBEIRÃO DAS PEDRAS NO DISTRITO FEDERAL**

LARISSA MOREIRA CARDOSO

Brasília, DF
Dezembro de 2023



LARISSA MOREIRA CARDOSO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CÓRREGO CURRAIS E
RIBEIRÃO DAS PEDRAS NO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de concentração: Instrumentos da política de recursos hídricos.

Linha de pesquisa: Metodologias para implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina de Oliveira

Brasília, DF
Dezembro de 2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus pelo dom da vida e misericórdia eterna!

À minha família por todo apoio, paciência, dedicação, amor, orações, ajuda!

À minha irmã Rayssa, por todo amor, colo e inúmeros ifoods em meio à correria.

Ao meu esposo Giovane, por aguentar todos os meus surtos e choros, sempre me acolhendo com amor e colo.

Ao meu cunhado Marcelo Brandão, por me acompanhar em todas as idas em campo e em nenhum momento reclamar dos incontáveis carrapatos que pegou.

Aos meus primos Dênis Cardoso e Ila Raquel Cardoso, por transmitirem todo seu conhecimento, revisarem meu trabalho e auxiliarem nas análises estatísticas. Santo de casa faz milagre, sim!

Aos meus amigos, especialmente os do IBRAM por todo o apoio técnico e emocional!

Aos meus amigos especialistas e mestres em geotecnologias, Ian Chaves, Diego Martins, Daniela Vivaldi e Charles Dayler por me ensinarem e não perderem a paciência com minhas inúmeras dúvidas e questionamentos.

A todos os meus chefes, Alisson, Geraldo, Leonardo e Nathália que sempre me apoiaram, foram compreensivos e pacientes, especialmente na reta final!

Aos colegas do ProfÁgua, que fizeram parte da alegria, choros e conquistas nessa caminhada!

Aso professores do ProfÁgua, pela disponibilidade e ensinamentos!

À professora Maria Cristina, minha orientadora, que com todo o cuidado e respeito me conduziu até aqui, transmitindo não apenas o conhecimento, ela não me deixou desistir, quando eu achei que não conseguiria.

Ressalto que este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado.

RESUMO

A preocupação com a disponibilidade de recursos hídricos tem se tornado cada vez mais importante no Distrito Federal, especialmente após a crise hídrica ocorrida em 2016. Nessa perspectiva, este estudo avaliou a preservação, a qualidade dos recursos hídricos, o uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) Currais e das Pedras localizadas na bacia hidrográfica do Rio Descoberto, Distrito Federal, além de verificar o atendimento das APMs às diretrizes estabelecidas no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT). Os procedimentos metodológicos consistiram no uso do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) para avaliar o nível de preservação das APMs; Índice de Qualidade da Água (IQA) e a aplicação dos Testes ANOVA e de Tukey ($p < 0,05$), para analisar a qualidade da água e avaliar a possível variação entre os resultados identificados para os dois corpos hídricos estudados; o uso de ferramentas de geotecnologias para verificar uso e ocupação do solo, e consulta aos órgãos que atuam direta ou indiretamente na gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal a fim de verificar o cumprimento das diretrizes. O PRAVIA foi aplicado em 10 pontos, sendo cinco no Córrego Currais e cinco no Ribeirão das Pedras. Nesses mesmos pontos foram realizadas coletas de água no período seco e chuvoso, para análise da qualidade da água, posterior cálculo do IQA. A avaliação da evolução do uso e ocupação do solo foi realizada considerando o período de 1992, cinco anos antes da criação das APMs, a 2022, ano mais recente de dados disponibilizados pelo MapBiomas. No Córrego Currais, de acordo com os resultados do PRAVIA, apenas um ponto (P2), que está inserido na poligonal da FLONA de Brasília foi categorizado como “natural”, os outros três pontos foram considerados “alterados”. O ponto onde está localizada a nascente (P1) não foi possível aplicar o PRAVIA e realizar coleta de água já que se encontrava seca em setembro de 2022. Já no Ribeirão das Pedras os cinco pontos analisados foram classificados como “naturais”. As amostras de água nos dois corpos hídricos foram consideradas como “Boa” conforme a classificação do IQA. A avaliação do uso e ocupação do solo nas APMs não apontou grandes alterações ao longo dos anos, as variações ficaram entorno de 1% para mais ou menos nas categorias analisadas que foram, Formação natural não vegetal, Agropecuária e Áreas não vegetadas. Apenas a diretriz estabelecida no PDOT que “proíbe o lançamento de sistemas de drenagem de águas pluviais a montante do ponto de captação de água do manancial, à exceção das APMs do São Bartolomeu e do Engenho das Lages” não está sendo cumprida pelos órgãos gestores. Conclui-se que o Ribeirão das Pedras se encontra mais conservado que o Córrego Currais, tal situação pode ser justificada pelo fato do Ribeirão das Pedras estar inserido completamente na poligonal da FLONA, já o Córrego Currais está inserido parcialmente, além deste ser impactado negativamente pelas ocupações irregulares e proximidade com a área urbana.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Protocolo de Avaliação Rápida; Qualidade de água; Uso e Ocupação do solo.

ABSTRACT

The concern about the availability of water resources for supply has become increasingly important in the Federal District, especially after the water crisis occurred in 2016. Therefore, this dissertation evaluated the conservation, use and occupation of soil and water quality in the areas of Watershed Protection (AWP) Currais and Pedras located in the Rio Descoberto (DF) watershed. The methodological procedures were based on the use of the Rapid Assessment Protocol Environmental Impact Assessment (PRAVIA), assessment of water quality through the Water Quality Index (WQI), and the application of ANOVA and Tukey tests ($p < 0.05$) to analyze water quality and evaluate possible variations between the results identified for the two studied water bodies; Geotechnology tools were used to assess land use and cover, and consultations were made with organizations directly or indirectly involved in water resource management in the Federal District to verify compliance with guidelines. The PRAVIA method was carried out at 10 points, 5 in Córrego Currais and 5 in Ribeirão das Pedras, at these same points water was collected for analysis and subsequent calculation of the WQI. Geotechnologies were used to evaluate the evolution of land use and occupation in the period from 1992, five years before the creation of AWP's to 2022, the most recent year of data available by MapBiomass, and to verify compliance with the restrictions established in the Territorial Master Plan (TMP). In Córrego Currais, P1 (water source) was dry in September 2022 and it was not possible to apply PRAVIA and collect water, only one point (P2), which is inserted in the FLONA polygonal of Brasília was categorized as natural, the other points analyzed were considered altered. In Ribeirão das Pedras, the 5 points analyzed were classified as natural according to PRAVIA. All water samples in the 2 water bodies were considered "Good" according to the WQI classification. When evaluating land use and occupation in AWP's, no major changes were observed over the years, variations were around 1% or so in the categories analyzed, which were forests, natural non-plant formation, agriculture and non-vegetated areas. Only the guideline established by the PDOT that "prohibits the launch of rainwater drainage systems upstream of the source water collection point, with the exception of the São Bartolomeu and Engenho das Lages AWP's" was not fulfilled. It is concluded that Pedras Stream is better preserved than Currais Stream, this situation is justified by the fact that Pedras Stream is completely inserted in the FLONA polygonal, whereas Currais Stream is partially inserted, in addition to being negatively impacted by irregular occupations. and proximity to the urban area.

Key-words: Water Resources; Rapid Assessment Protocol; Water Quality; Land Use and Occupation.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MC268d MOREIRA CARDOSO, LARISSA
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CÓRREGO CURRAIS E RIBEIRÃO DAS
PEDRAS NO DISTRITO FEDERAL / LARISSA MOREIRA CARDOSO;
orientador Maria Cristina de Oliveira. -- Brasília, 2023.
124 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em
Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) -- Universidade de
Brasília, 2023.

1. Recursos Hídricos. 2. Qualidade da água. 3. Uso e
Ocupação do solo. I. de Oliveira, Maria Cristina, orient.
II. Título.

LARISSA MOREIRA CARDOSO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CÓRREGO CURRAIS E
RIBEIRÃO DAS PEDRAS NO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação de Mestrado submetida
ao Programa de Mestrado Profissional
em Rede Nacional em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos –
ProfÁgua, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do grau de
Mestre em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Maria Cristina de Oliveira (UnB /FUP/ ProfÁgua)
Presidente

Prof.^a Dr.^a Claudia Padovesi Fonseca (UnB/ ProfÁgua)
Examinador interno

Prof.^o Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa – Universidade Federal do Tocantins
Examinador externo

Prof.^o Dr. Antônio Almeida Nobre Júnior (UnB/FUP/ ProfÁgua)
Suplente

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	18
2.2	MONITORAMENTO AMBIENTAL.....	23
2.2.1	Protocolo de Avaliação Rápida – PAR.....	23
2.2.2	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	25
2.3	GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS.....	28
2.4	A INFLUÊNCIA DO USO E COUPAÇÃO DO SOLO NA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	30
3.	MATERIAL E MÉTODO.....	31
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	31
3.2	AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS APMS CURRAIS E PEDRAS.....	32
3.2.1	Protocolo de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).....	32
3.2.2	Avaliação da Qualidade da Água.....	36
3.3	AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	39
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1	PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL DE IMPACTO AMBIENTAL (PRAVIA).....	42
4.1.1	Aplicação do PRAVIA no Córrego Currais.....	42
4.1.2	Aplicação do PRAVIA no Ribeirão das Pedras.....	48
4.2	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	58
4.2.1	Índice de Qualidade da Água.....	74
4.3	AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	78
4.3.1	Quanto ao atendimento as diretrizes do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT - DF)	83
5.	CONCLUSÕES.....	91
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
7.	REFERÊNCIAS.....	93
	APÊNDICE A.....	109
	APÊNDICE B.....	111
	APÊNDICE C.....	112
	APÊNDICE D.....	114
	APÊNDICE E.....	116
	APÊNDICE F.....	118
	APÊNDICE G.....	119
	APÊNDICE H.....	121
	APÊNDICE I.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Macrozoneamento no Distrito Federal e localização das Áreas de Proteção e Mananciais (APM).	22
Figura 2	Localização da área de estudo (-15°46'31.42"S -48°04'08.22"O) na porção oeste do Distrito Federal.	31
Figura 3	Pontos de aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impactos Ambiental (PRAVIA) e de coleta de água no Ribeirão das Pedras (Pedras 1, Pedras 2, Pedras 3, Pedras 4, Pedras 5) e no Córrego Currais (Currais 1, Currais 2, Currais 3, Currais 4 e Currais 5) localizados na Bacia Hidrográfica do Descoberto no Distrito Federal.	34
Figura 4	Localização do ponto 1 no Ribeirão das Currais no Distrito Federal.	42
Figura 5	Nascente do Córrego Currais no Distrito Federal.	43
Figura 6	Localização do ponto C2 no Córrego Currais no Distrito Federal.	43
Figura 7	Ponto C2 no Córrego Currais no Distrito Federal.	44
Figura 8	Localização do ponto C3 no Córrego Currais no Distrito Federal.	44
Figura 9	Ponto de lançamento de drenagem próximo ao Córrego Currais no Distrito Federal.	45
Figura 10	Ponto de lançamento de drenagem próximo ao Córrego Currais no Distrito Federal.	45
Figura 11	Ponto C3 no Córrego Currais no Distrito Federal.	46
Figura 12	Localização do ponto C4 no Córrego Currais no Distrito Federal.	46
Figura 13	Medição da largura no ponto 4 do Córrego Currais no Distrito Federal.	47
Figura 14	Localização do ponto C5 no Córrego Currais no Distrito Federal.	48
Figura 15	Ponto C5 no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autor, 2022	48
Figura 16	Localização do ponto P1 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	49
Figura 17	Placa de identificação da Área de Proteção de Manancial (APM) Pedras.	49
Figura 18	Verificação da transparência da água na nascente do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal (P1).	50
Figura 19	Presença de girinos no ponto P1 do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	50
Figura 20	Localização do ponto P2 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	51
Figura 21	Verificação da turbidez no ponto 2 do Ribeirão das Pedras e visualização da presença de peixes.	51
Figura 22	Localização do ponto P3 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 23	Verificação da turbidez no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	52
Figura 24	Marcas de pegadas em uma das margens do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	53
Figura 25	Localização do ponto P4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	53
Figura 26	Ponto 4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	54
Figura 27	Localização do ponto P5 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	54
Figura 28	Verificação da turbidez no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	55
Figura 29	Localização dos pontos analisados comparados com a área da FLONA e das APMs.	56
Figura 30	Variação de temperatura nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	61
Figura 31	Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	62
Figura 32	Variação do parâmetro potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	63
Figura 33	Variação do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	65
Figura 34	Variação do parâmetro Coliformes Termotolerantes nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco	66
Figura 35	Variação do parâmetro turbidez nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 36	Variação do parâmetro resíduo total nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco	69
Figura 37	Variação do parâmetro fósforo nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	71
Figura 38	Variação do parâmetro nitrogênio nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, nos períodos de seca (setembro de 2022) e chuva (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta no C1 no Córrego Currais em setembro/2022, uma vez que o ponto estar seco.	72
Figura 39	Evolução do uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal.	78
Figura 40	Comparativo das alterações do uso e ocupação do solo entre os anos de 1992 e 2021 nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal.	79
Figura 41	Uso e Ocupação do solo nas APMs Currais e Pedras no Distrito Federal no ano de 2022.	80
Figura 42	Comparativo das alterações do uso e ocupação do solo entre os anos de 1992 e 2021 nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal.	81
Figura 43	Comparativo das categorias do uso e ocupação do solo entre as Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal para o ano de 2022.	81
Figura 44	Cobertura de samambaias (destaque em amarelo) próxima à Mata de Galeria entre os Pontos 3 e 4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	82
Figura 45	Pontos de lançamento de drenagem no Córrego Currais no Distrito Federal.	87
Figura 46	Áreas prioritárias para restauração ecológica na área 1 da Floresta Nacional de Brasília (FLONA).	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados das análises de qualidade de água do Córrego Currais na estação seca e chuvosa no Distrito Federal. Os valores com asteriscos estão em desconformidade com a Resolução Conama nº 357. Fonte: autora, 2023. Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 na estação seca, uma vez que a nascente estava seca.	59
Tabela 2	Resultados das análises de qualidade de água do Córrego Pedras na estação seca e chuvosa. Os valores com asteriscos estão em desconformidade com a Resolução Conama nº 357.	59
Tabela 3	Resultado do Teste de Tukey. As médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), Os números destacados em negrito apresentaram alta dispersão.	73
Tabela 4	Valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) na estação seca e chuvosa, classificação da qualidade da água, e conservação dos ambientes via aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos C1, C2, C3, C4 e C5 do Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.	74
Tabela 5	Valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) na estação seca e chuvosa, classificação da qualidade da água, e conservação dos ambientes via aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA)	32
Quadro 2	Localização dos pontos no Córrego Currais no Distrito Federal	34
Quadro 3	Localização dos pontos no Ribeirão das Pedras no Distrito	34
Quadro 4	Metodologias utilizada para análises de amostras de água.	38
Quadro 5	Pesos atribuídos as variáveis para o cálculo do IQA.	38
Quadro 6	Faixas de classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA).	39
Quadro 7	Reorganização das subclasses utilizadas neste trabalho em classes, de acordo com a coleção 6 do MapBiomas.	40
Quadro 8	Resultado da aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.	55
Quadro 9	Análise do cumprimento do artigo nº 97 do Plano Diretor Territorial de Ordenamento (PDOT)	89

LISTA DE SIGLAS

ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
APA	Área de Proteção Ambiental
APE	Áreas de Proteção Especial
APM	Área de Proteção de Mananciais
APP	Área de Preservação Permanente
APRM	Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais
BHRD	Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Distrito Federal
DICON	Diretoria de Conservação e Recursos Hídricos
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
EPA	Environmental Protection Agency
FLONA	Floresta Nacional
GPS	Global Positioning System (sistema de posicionamento global)
IBRAM	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
ICE	Índice de Conformidade ao Enquadramento
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IET	Índice do Estado Trófico
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	Índice de Qualidade da Água
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
NOVACAP	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
ONG	Organização não governamental
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
PCJ	Piracicaba, Capivari, Jundiá
PDAE	Plano Diretor de Água e Esgoto
PDOT	Plano Diretor de Ordenamento Territorial
PDSB	Plano Distrital de Saneamento Básico
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRAVIA	Protocolo De Avaliação Rápida Dos Impactos Ambientais
RL	Reserva Legal
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SEAGRI	Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural
SEDUH	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação

LISTA DE SIGLAS

SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISDIA	Sistema Distrital de Informações Ambientais
SZSE	Subzona de Diversificação Produtiva e de Serviços Ecosistêmicos
TERRACAP	Companhia Imobiliária de Brasília
UC	Unidade de Conservação

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população do Distrito Federal e as alterações no uso e ocupação do solo, resultaram em um incremento no consumo de água, sendo os dois principais usos, o abastecimento público e a irrigação (LIMA *et al.*, 2018). Nesse sentido, a articulação entre a gestão de recursos hídricos com a do uso do solo tem-se apresentado como fator essencial para reduzir os impactos da urbanização sobre os recursos hídricos (SANTOS; FERNANDES; MEDEIROS, 2019).

A preocupação com disponibilidade de água em qualidade e quantidade no Distrito Federal (DF) conduziu os legisladores a buscarem soluções para a gestão eficiente de recursos hídricos. Dessa forma o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT-DF) publicado no ano de 1997 instituiu partes do território que seriam destinadas “à conservação, recuperação e manejo das bacias hidrográficas a montante dos pontos de captação da Companhia de Água e Esgotos de Brasília (CAESB)”, denominadas Área de Proteção de Mananciais (APMs) (DISTRITO FEDERAL, 1997, p.1).

No Distrito Federal as APMs não são classificadas como categorias de Unidades de Conservação (UC), não estão estabelecidas nem no Sistema Nacional, nem no Sistema Distrital de Unidades de Conservação. Contudo, são consideradas espaços territorialmente protegidos, possuindo restrições estabelecidas no PDOT-DF. Usualmente as APMs no Distrito Federal possuem o nome do corpo hídrico que abrigam.

A legislação de proteção de mananciais no Brasil visa proteger as bacias de captação das atividades que comprometam a qualidade da água (TUCCI, 2008). Assim, estudar a evolução do uso e ocupação do solo é de grande importância para o planejamento adequado do uso dos recursos hídricos (PREIS; FRANCO; VARELA, 2021). O mapeamento da cobertura do solo é um relevante instrumento para ponderar o equilíbrio entre fatores naturais e antrópicos, visando avaliar a qualidade de água em uma bacia hidrográfica (VIEIRA; RIBEIRO, 2020). Nesse contexto, Ramos *et al.* (2020) ressaltam que a aplicação de geotecnologias em estudos sobre reservatórios de abastecimento público se apresenta viável, já que é possível obter o diagnóstico dos impactos das alterações do uso e ocupação do solo, bem como a relação positiva entre a

cobertura florestal e a qualidade da água.

Sabe-se que a vegetação tem um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água, no ciclo hidrológico na quantidade de água que infiltra no solo ou escoar, na retenção e filtragem de sedimentos, evitando o assoreamento dos rios (TUCCI; MENDES, 2006). Por outro lado, a remoção da vegetação aumenta o transporte de sólidos suspensos, aumenta a condutividade e degrada os corpos hídricos, encarecendo os custos do tratamento da água para abastecimento (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

Além das alterações do uso e ocupação do solo, o monitoramento dos recursos hídricos é uma atividade de grande importância para a gestão hídrica eficiente. Para Soares, Coldebella e Frigo (2021) a conservação dos recursos hídricos requer um monitoramento apropriado por meio de técnicas que sejam capazes de apontar qual a verdadeira situação que se encontra a qualidade dos mananciais de recursos hídricos. Avaliar e mensurar a qualidade da água é essencial para assegurar os usos múltiplos dos recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas (AMÉRICO-PINHEIRO; RIBEIRO, 2019).

Neste contexto, e contribuindo também para a gestão e conservação dos recursos hídricos os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), podem ser utilizados para avaliação da estrutura e o funcionamento dos ecossistemas fluviais, já que apresentam uma descrição geral e qualitativa dos atributos dos sistemas ao longo de um gradiente ambiental (CALLISTO *et al.*, 2002).

As APMs Currais e Pedrais abrigam dois importantes tributários do Reservatório do Descoberto, que é o maior manancial utilizado para abastecimento no DF e responsável pelo abastecimento de cerca de 65% da população no Distrito Federal (ADASA, 2017).

Nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo geral realizar o diagnóstico ambiental das Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras localizadas na bacia hidrográfica do rio Descoberto no Distrito Federal. A APM Currais está inserida parcialmente e a APM Pedras está inserida integralmente na área 1 da Floresta Nacional de Brasília (FLONA de Brasília), que tem como objetivo conservar os recursos hídricos da Bacia do Descoberto.

Para tanto tem como objetivos específicos:

- Caracterizar o nível de preservação das Áreas de Proteção de

Mananciais Pedras e Currais;

- Analisar a qualidade da água dos Córrego Currais e do Ribeirão das Pedras;
- Analisar o uso e ocupação do solo das APMs das Pedras e Currais;
- Verificar o atendimento das APMs às diretrizes estabelecidas no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Decreto Federal nº 24.643 de 1934 estabeleceu o “Código das Águas”, considerado a primeira iniciativa referente à gestão dos recursos hídricos no Brasil (GALVÃO; BERMANN, 2015). Nesse contexto, os recursos hídricos eram utilizados prioritariamente na industrialização do país (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012).

Já em 1997 foi publicada a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida como a Lei da Águas, que conforme Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001, p.89) “resultou de um longo processo de avaliação das experiências de gestão de recursos hídricos e de formulação de propostas para a melhoria dessa gestão em nosso País”. A referida norma representou significativo incremento na gestão das águas no Brasil (SOARES; LEAL; PIROLI, 2019). Do mesmo modo Moraes, Fadul e Cerqueira (2018) mostraram que a norma citada representa o balizador quanto à questão das águas, definindo instrumentos, níveis, atores e entidades envolvidos no sistema nacional de gerenciamento. A legislação supracitada é um marco na gestão hídrica, pois objetiva garantir tanto a quantidade quanto a qualidade da água considerando as questões geográficas e sociais do Brasil (ROSA; GUARDA, 2019)

Dentre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, tem-se que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da referida política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997). Segundo Tucci (2001, p. 40), “bacia hidrográfica é a área total de superfície de terreno de captação natural da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório”. “A bacia

hidrográfica é um sistema que integra as conformações de relevo e drenagem” (VON SPERLING, 2014, p. 60).

A bacia hidrográfica possui atributos biogeofísicos, econômicos e sociais, sendo uma unidade natural permitindo a integração institucional entre os diversos envolvidos e favorecendo o gerenciamento dos recursos hídricos (TUNDISI, 2008). Nessa perspectiva, Silva *et al.* (2021) ressaltam que o uso da bacia hidrográfica na gestão de recursos hídricos, associa os aspectos biofísicos com os sociais e, se realizado de forma correta contribui para a manutenção dos usos múltiplos da água e a continuidade da prestação dos serviços fornecidos pelos ecossistemas aquáticos a toda sociedade.

O presente trabalho foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto (BHRD) que é composta por vários rios, córregos e ribeirões, destacando-se o Rio Descoberto, Ribeirão Rodeador e das Pedras, e vários córregos, como o Currais e Capão Comprido (SIQUEIRA, 2018). A BHRD abriga o reservatório do Descoberto, que se localiza às margens da BR-070 e foi inaugurada em 1974, dando origem a um lago de 17 km² de área de espelho d'água, que faz parte do sistema integrado de abastecimento, operado pela Caesb, e abastece Ceilândia, Taguatinga, Sudoeste, Samambaia, Riacho Fundo, Guará, Águas Claras e Recanto das Emas (CAESB, 2021). A referida bacia é uma das mais povoadas do DF (IBRAM, 2019) e tem sido afetada com a expansão agrícola (ADASA, 2019).

De acordo com o estudo realizado por Chelotti (2017), na Bacia Hidrográfica do Descoberto o uso do solo é caracterizado por 56,09% de área rural, 23,34% é ocupado por fisionomias de Cerrado sentido restrito e florestas, 18,93% por área urbana, 1,33% correspondente às queimadas à época e 0,29% referem-se aos corpos hídricos.

Com o objetivo de conservar os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Descoberto foi desenvolvido um projeto de reflorestamento, executado a partir do ano de 1973, com o plantio de espécies de pinus e eucaliptos, sendo as áreas da Floresta Nacional de Brasília (FLONA) originadas desse reflorestamento e sua criação se deu por meio do Decreto nº 10 de junho de 1999 (ICMBIO, 2016).

A FLONA de Brasília é uma área significativa para a manutenção da disponibilidade hídrica no Distrito Federal, uma vez que nela estão contidas nascentes (córrego Currais, ribeirão das Pedras, Cortado, Zé Pires, ribeirão

Bucanhão, Capão da Onça, Córrego do Valo e Cana do Reino), bem como áreas de recarga hídrica (SEMA-DF, 2021).

Ademais, as áreas de estudo deste trabalho, a APM Currais está inserida parcialmente, e a APM Pedras está inserida integralmente na área 1 da FLONA de Brasília.

A proteção destes mananciais é fator de suma importância na gestão de recursos hídricos, uma vez que sendo o corpo hídrico classificado como manancial de abastecimento, torna-se necessário que tanto os demais usos, quanto o ordenamento territorial sejam planejados de forma a garantir a qualidade e disponibilidade (IKEMO *et al.*, 2017). A preservação ou deterioração dos está diretamente ligado ao processo de uso e ocupação do solo em seu entorno (GARCIA; RAZZOLINI, 2021).

Frequentemente, o território destinado à proteção de mananciais não contempla as influências diretas e indiretas nas bacias de contribuição, sendo consideradas apenas as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) dos corpos hídricos (MAGALHÃES JÚNIOR; COTA; LEMOS, 2016). Assim, com o objetivo de proteger os recursos hídricos vários territórios que possuem esses mananciais transformam essas áreas em Unidades de Conservação, pois conforme Magalhães e Barbosa Júnior (2019), as Unidades de Conservação exercem papel importante na proteção dos mananciais de captação de água, mantendo a quantidade e qualidade continuamente.

Dos principais problemas referentes à proteção dos mananciais está o fato de que o uso e ocupação no solo nesses espaços não é atribuição do gestor de recursos hídricos, há a necessidade de relacionar a gestão de recursos hídricos com a gestão do território (SILVA; PORTO, 2003).

Vários estados brasileiros possuem legislações específicas para proteção de mananciais, a exemplo de São Paulo e Minas Gerais. Na década de 1970 a população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) aumentou substancialmente, despertando a preocupação das autoridades, já que o avanço da área urbana para as áreas de mananciais era constante e poderia trazer consequências (SALIM; LUCHIARI, 2014).

Nesse contexto, em 1975 foi publicada a Lei nº 898 a primeira lei estadual para a proteção dos mananciais, que ainda está em vigor, que teve como objetivo disciplinar o uso do solo para a proteção dos mananciais, criando

as Áreas de Proteção de Mananciais (VALLIM; TRAVASSOS, 2019). Em 1997 foi publicada uma nova lei de mananciais, Lei Estadual nº 9.866, que buscou adequar as lacunas existentes na legislação de 1970, propondo uma gestão participativa por meio dos comitês de bacia, e descentralizou as ações por meio da criação de unidades de gerenciamento, denominadas Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRMs) (DUARTE; MALHEIROS, 2012). Visando a manutenção dos recursos hídricos na RMSP há o “Portal dos Mananciais” que reúne informações da rede telemétrica online de monitoramento dos mananciais, tais como níveis, vazões, volumes, pluviometria dos corpos hídricos, além das vazões captadas pelas estações de tratamento de água de cada sistema produtor (SABESP, 2023).

Assim como ocorreu em São Paulo, na década de 70 houve um incremento acelerado na população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Desse modo, na década de 80 o Estado de Minas Gerais instituiu algumas áreas de restrição ambiental como modelo de preservação das áreas de mananciais destinados ao abastecimento público denominadas Áreas de Proteção Especial (APEs), baseadas na Lei Federal nº 6.766/1979 (CASTRO *et al.*, 2016). Na época não foi publicada uma legislação específica que regulamentasse as APEs e, portanto, em vários momentos houve incompatibilidade do uso do solo e a proteção ambiental (EUCLYDES, 2011). Com o objetivo de solucionar tais lacunas foi publicada a Lei Estadual nº 20.922/2013, que propôs o enquadramento das APEs em alguma categoria de unidade de conservação estabelecidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação, contudo a referida lei não estipulou um prazo para adequação e efetivação das alterações (ALVES *et al.*, 2019).

Com o objetivo de otimizar a gestão de recursos hídricos para abastecimento público, no Estado de Minas Gerais há o Programa Pró Mananciais (Programa Socioambiental de Proteção e Recuperação de Mananciais), que tem por objetivo proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos cujos mananciais servem para a captação dos sistemas de abastecimento público de água operados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA, 2016).

A temática de proteção aos mananciais é de grande relevância para gestão de recursos hídricos, visto que, os estudos, análises e diagnósticos auxiliam nas

ações a serem tomadas e implementadas visando a disponibilidade em quantidade e qualidade desses recursos (CRISTOFOLI; SILVA; BENINI, 2021). Nessa perspectiva Silva, Soares e Cortez (2022) reforçam que a proteção de mananciais é de extrema importância para que possa garantir os usos múltiplos da água (consumo humano e animal, transporte, irrigação, manutenção da biota, entre outros).

Há no DF 27 Áreas de Proteção de Mananciais, localizadas tanto na área rural, quanto na zona urbana (Figura 1) (GEOPORTAL; SISDIA, 2023).

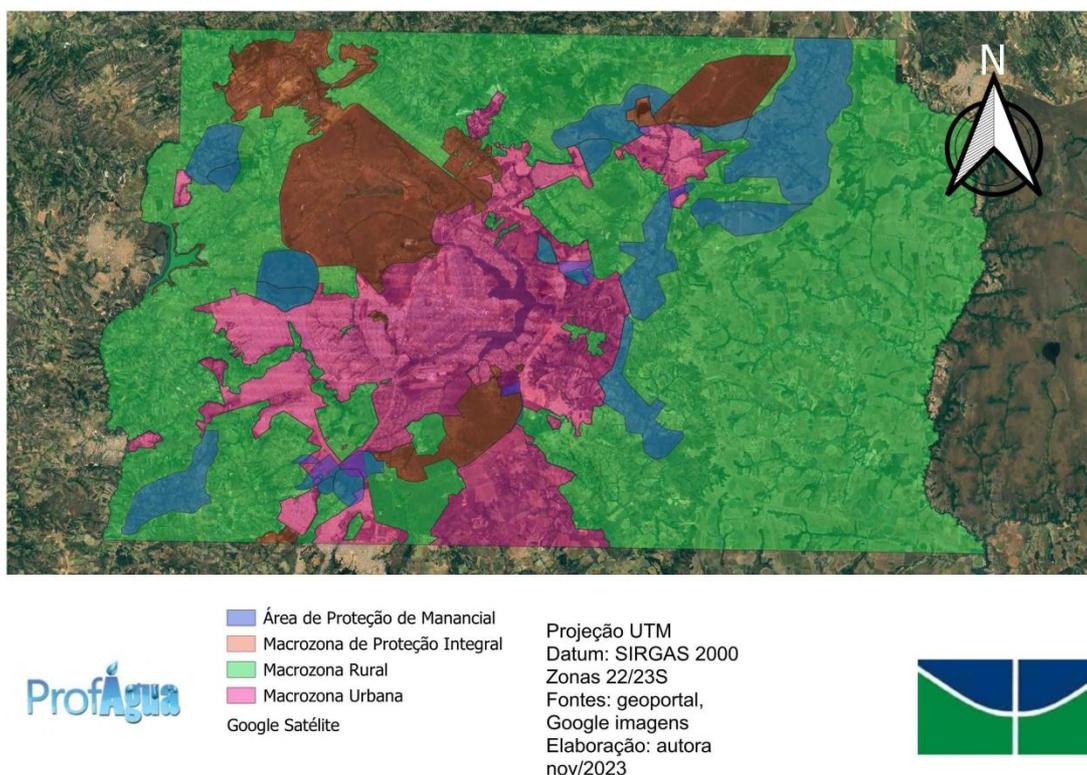


Figura 1. Macrozoneamento do Distrito Federal e localização das Áreas de Proteção e Mananciais (APM). Elaboração: autora.

A gestão das APMs no DF era responsabilidade da CAESB, no entanto, ao longo dos anos foi verificado um conflito de interesses, uma vez que a referida concessionária era gestora e usuária desses territórios (DISTRITO FEDERAL, 1997). Dessa forma, no ano de 2020, a gestão das APMs foi transferida para a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) e para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH), visando cumprir o estabelecido no PDOT-DF em que “a gestão e o monitoramento das APMs competem ao órgão gestor do desenvolvimento territorial e urbano e ao órgão gestor da política ambiental do Distrito Federal” (DISTRITO FEDERAL, 2009, 44).

Diferentemente da solução proposta, no estado de Minas Gerais em que torna as APMS em Unidades de Conservação, no Distrito Federal esses territórios não possuem essa classificação. Destaca-se que no DF todas as APMs estão inseridas parcialmente ou integralmente em alguma categoria distrital ou federal de Unidades de Conservação (GEOPORTAL; SISDIA; 2023). Mais de 90% do território distrital está sob o regulamento de alguma Unidade de Conservação - são 36 Unidades de Conservação, sendo 12 de Proteção Integral e 24 de Uso Sustentável, além de 72 Parques Ecológico/vivencial e três Áreas de Proteção Especial (IPE-DF, 2020).

O PODT do DF encontra-se em revisão e na etapa do diagnóstico, foi identificado que os principais problemas encontrados na APM Currais envolvem a ocupação desordenada, por meio do parcelamento em condomínios, redução da cobertura vegetal nativa e deposição de resíduos sólidos. Já as ocorrências registradas para a APM Pedras estão relacionadas aos processos erosivos, deposição de resíduos carreados pela drenagem pluvial e degradação das nascentes pelo uso público (DISTRITO FEDERAL, 2021).

2.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL

O êxito de programas de monitoramento, preservação ou recuperação de bacias hidrográficas, deve-se basear na avaliação integrada do ambiente, contemplando o diagnóstico dos cursos d'água, avaliação dos usos dos recursos naturais e as atividades antropogênicas que possam afetar (SANTOS; KOPP; OLIVEIRA, 2015). Com o objetivo de integrar, interpretar e disponibilizar os dados obtidos no monitoramento ambiental, índices de caracterização de corpos hídricos (qualidade da água, estado trófico, diversidade de espécies) têm sido usados com sucesso para caracterizar o estado e as tendências da qualidade da água (ANDRIETTI *et al.*, 2016). Rodrigues e Castro (2008) pontuam que, para que a análise da qualidade ambiental dos ecossistemas possua um caráter holístico, a utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida tem sido associada ao uso dos índices citados, pois fornecem uma avaliação macroscópica do meio.

2.2.1 Protocolo de Avaliação Rápida – PAR

Em busca de alternativas ao monitoramento ambiental tradicional, baseado nas análises físico-químicas da água, nos Estados Unidos na década

de 1980 a EPA (*Environmental Protection Agency*) deu início a um grande estudo das agências de monitoramento de águas superficiais, cujo relatório final, intitulado “*Surface Water Monitoring: A Framework for Change*”, enfatizava a reestruturação dos programas de monitoramento existentes, dando especial atenção à toxicologia, a impactos de fontes não pontuais e ao registro dos resultados ambientais (SILVEIRA, 2004). O relatório recomendava ainda a elaboração de um guia de avaliações custo-efetivas para a identificação de problemas e de tendências de avaliação e a aceleração, o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de monitoramento biológico promissoras (RODRIGUES, 2008).

Nesse contexto, em 2002, Calisto e colaboradores propuseram a um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para o Brasil, que é uma variação da proposta apresentada pela EPA (1987) e por Hannaford, Barbour e Resh (1997), para verificar as condições ecológicas de trechos de bacias hidrográficas, avaliando a diversidade de habitats e o nível de preservação dos corpos hídricos.

A primeira parte do protocolo, adaptada da proposta EPA (1987), tem como objetivo avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas e possui 10 parâmetros: tipo de ocupação das margens do curso d'água; erosão próxima e/ou nas margens do rio assoreamento em seu leito; alterações antrópicas; cobertura vegetal no leito; odor na água; oleosidade da água; transparência da água; odor do sedimento (fundo); oleosidade do fundo; tipo de fundo (BENTOS, 2016). Já a segunda parte, adaptada de Hannaford *et al.* (1997), direciona os 12 parâmetros para avaliar as condições de habitat e níveis de conservação das condições naturais, que são eles: tipos de fundo; extensão de rápidos; frequência de rápidos; tipos de substrato; deposição de lama; depósitos sedimentares; alterações no canal do rio; características do fluxo das águas; presença de mata ciliar; estabilidade das margens; extensão de mata ciliar; presença de plantas aquáticas (RADTKE, 2015).

Conforme Bersot, Menezes e Andrade (2015) os protocolos não se destinam apenas à verificação do estado de conservação dos corpos hídricos, auxiliam também na caracterização dos ecossistemas dos quais fazem parte. Nesse sentido, Castelo Branco Júnior *et al.* (2020) destacam que o uso do PAR na gestão de recursos hídricos pode ser validado, pois atua como instrumento

para o planejamento e monitoramento das ações de recuperação de áreas degradadas em mananciais e nas ações de preservação dos recursos hídricos.

Ao estudar a viabilidade do PAR em trechos do Rio Piumhi em Minas Gerais para avaliação da qualidade ambiental, Oliveira, Veloso e Rossoni (2021) constataram que o PAR se apresentou eficaz para comprovar as áreas que necessitam de intervenção com urgência. Fiuza e Santos (2022) ratificam que a utilização do PAR pode ser uma ferramenta útil para identificar a relação entre o meio ambiente e o uso e ocupação do solo.

Pinheiro (2007) propôs um Protocolo de Avaliação Rápida dos Impactos Ambientais (PRAVIA) em estudos conduzidos no Brasil Central mais especificamente no córrego Riacho Fundo no DF. O protocolo consiste na adaptação do PAR às características dos corpos hídricos do Distrito Federal.

Utilizando o respectivo protocolo (PRAVIA), Melo *et al.* (2021) estudaram a conservação e uso dos recursos hídricos na microbacia do ribeirão Mantiqueira no município de Luziânia em Goiás e apontaram que a respectiva microbacia apresentou impactos ambientais decorrentes da ação antrópica, consequência principalmente do manejo inadequado do solo, o que tem levado a degradação da vegetação e do solo, mais do que a qualidade da água.

A avaliação ambiental por meio do PAR tem se reafirmado como uma metodologia que se mostra simples e de fácil aplicação, que permite avaliar de modo qualitativo os sistemas hídricos e os ecossistemas que os abrangem, proporcionando um diagnóstico ambiental do meio em que se encontra o corpo d'água. Vários trabalhos utilizando o PAR podem ser destacados como os de Rodrigues *et al.* (2012); Carvalho, Russo e Nakagaki (2014); Moraes *et al.* (2015); Santos e Batalla (2017); Palafox (2018); Sutil *et al.* (2018); Souza, Reis e Sá (2018); Fim *et al.* (2020); Anjos, Vasconcelos e Negreiros (2021); Dias *et al.* (2022); Silva *et al.* (2021); Fernandes *et al.* (2022); Silva, Rodrigues e Fonseca (2023).

2.2.2 Índice de Qualidade da Água – IQA

O Índice de Qualidade da Água (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF). O índice foi estruturado tendo referência a pesquisa de opinião de vários especialistas, que sugeriram parâmetros e pesos

para cada um deles. Foram definidos um conjunto de nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO 5,20, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, sólido total) e atribuído um peso relativo à sua importância para o cálculo do IQA (VON SPERLING, 2014). No Brasil o referido índice foi modificado pela CETESB.

Os parâmetros analisados no IQA consideram fatores químicos, físicos e microbiológicos, a saber:

- Oxigênio dissolvido: é vital para os seres vivos aquáticos aeróbios, podendo ser oriundo da dissolução do oxigênio da atmosfera e produzido pelos organismos fotossintéticos (VON SPERLING, 2014).
- pH (potencial hidrogeniônico): representa a concentração de íons hidrogênio, indicando sobre a condição de acidez ($\text{pH} < 7$), neutralidade ($\text{pH} = 7$) ou alcalinidade da água ($\text{pH} > 7$). Suas principais fontes são as dissoluções de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, despejos domésticos e industriais (RIBEIRO, 2019).
- Temperatura: a elevação da temperatura afeta as reações físicas, químicas e biológicas, diminui a solubilidade dos gases e aumentam a transferências dos gases. Sua origem natural é caracterizada pela transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo), quanto à origem antropogênica é oriunda principalmente de despejos industriais (VON SPERLING, 2014).
- Turbidez: corresponde à redução da transparência da água, dificultando a passagem da luz pela solução, sendo causada pela presença de partículas em suspensão, tais como: silte, partículas coloidais, microrganismos, óleo emulsificado (TOMAZONI *et al.*, 2005)
- Coliformes termotolerantes: representam um grupo de bactérias que indicam a presença de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e de outros animais. Embora não sejam patogênicos, esse parâmetro é utilizado para avaliar a possibilidade de presença de microrganismos patogênicos

responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ANA, 2023).

- Sólido Total: é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura (VON SPERLING, 2014).
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20): a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável (CETESB, 2013). Sendo assim, uma estimativa indireta da concentração de matéria orgânica presente nas águas residuárias ou nas águas superficiais (MATOS *et al.*, 2013).
- Nitrogênio: nos corpos hídricos pode ser encontrado nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrogênio na forma de nitrato é tóxico aos seres humanos, na forma de amônia livre é tóxica aos peixes. Em excesso o nitrogênio pode desencadear a eutrofização (ANA, 2023).
- Fósforo: nos corpos d'água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Em concentrações elevadas pode conduzir ao processo de eutrofização. As fontes de fósforos se caracterizam pela dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, detergentes, excrementos de animais, fertilizantes e despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2014).

O IQA tem sido desenvolvido, adaptado e aplicado para auxiliar o monitoramento da qualidade da água em várias partes do mundo, sendo um instrumento para transformar vários parâmetros em uma única grandeza, que represente o nível de qualidade de água, auxiliando na tomada de decisão referentes aos recursos hídricos (MENEZES *et al.*, 2010). O IQA possibilita uma avaliação das características dos recursos hídricos em relação às suas fontes poluidoras e, por isso, passou a ser largamente aplicado no diagnóstico da qualidade das águas (CARVALHO *et al.*, 2016).

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água de uma represa utilizada para o abastecimento público no município de Sorocaba-SP no período de 2016 a 2019 utilizando o IQA, Silva *et al.* (2021) observaram a classificação

que era predominantemente “ótima” passou a ser classificada como “boa”.

Ao estudar a qualidade da água do Rio Uma em Ibiúna-SP, Lourenço *et al.* (2022) concluíram que o IQA de um modo geral apresentou uma boa adequação ao objetivo proposto e ressaltou que se deve ter atenção aos parâmetros isoladamente para entender a origem das fontes de poluição.

A determinação do IQA é uma ferramenta útil, em que há um consenso sobre sua utilidade para comparar a qualidade da água entre diferentes sistemas e também no tempo (FERNANDES; SCALIZE, 2015). Ao utilizar o cálculo do IQA é importante analisar individualmente o comportamento dos parâmetros que compõem este índice, de forma a identificar as possíveis causas dos resultados obtidos (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2013). A aplicação do IQA para monitoramento dos recursos hídricos tem-se mostrado eficiente, pois pode demonstrar o comportamento da qualidade da água ao longo dos períodos analisados (SILVEIRA *et al.*, 2022).

2.3 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS

“As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”, destacando o geoprocessamento e o sensoriamento remoto (ROSA, 2005, p.81).

Ao avaliar o uso de geotecnologias na gestão ambiental, Boin *et al.* (2017) corroborou inúmeros estudos que norteiam o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, essa ferramenta auxilia na compreensão das dinâmicas e processos de uso e ocupação do solo. Nesse contexto, Cantador e Matias (2017) apontam que as geotecnologias podem ser utilizadas para tomada de decisão ao que se refere à temática de recursos hídricos. Peruzzo *et al.* (2022) corroboram que, ferramentas de geoprocessamento são opções factíveis e de grande valia para o auxílio, gestão e manutenção da administração dos recursos hídricos.

Em estudos realizados por Rocha, Dourado e Garcia (2020) com a utilização de geoprocessamento foi possível analisar o uso e cobertura do solo na área no Córrego Arapuá, em Três Lagoas no Mato Grosso do Sul, possibilitando diferenciar as categorias de ocupação, bem como o seu percentual.

Em 2021, Pericinato estudou a utilização de SIG para mapeamentos em uma Bacia Hidrográfica no estado do Paraná e constatou que há uma grande disponibilidade de dados a serem usados para indicação dos mananciais e que as geotecnologias podem ser aliadas na gestão e tomada desses recursos.

Na presente dissertação foram utilizados os dados do projeto MapBiomas, que é uma iniciativa que envolve Organizações não Governamentais (ONGs), universidades e *startups* que produz anualmente, desde 1985, que produz o mapeamento de cobertura e uso e ocupação do solo. Os mapas são processados através da classificação pixel por pixel na resolução espacial de 30 metros, utilizando as imagens dos satélites Landsat (MAPBIOMAS, 2022).

Com o intuito de analisar variabilidade da cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe, em Pernambuco, Almeida *et al.* (2018) concluíram que, tanto a utilização do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), quanto dados produzidos pelo MapBiomas alcançaram resultados semelhantes para o mapeamento de uso e ocupação do solo.

Lourenço *et al.* (2021) compararam a utilização de índices espectrais com a classificação de uso e ocupação do MapBiomas para avaliação da área dos reservatórios em uma bacia hidrográfica do rio Brígida, no sertão de Pernambuco, e concluiu que, as duas ferramentas forneceram informações com alta resolução espacial, podendo ser utilizada como um instrumento complementar para o monitoramento dos recursos hídricos.

Ao estudar o uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Sobrado no Tocantins, Nascimento e Moraes (2021) concluíram que os dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas, baseado na classificação de imagens para monitoramento do uso e cobertura do solo se mostraram válidos para identificar as alterações ocorridas e observaram redução nas áreas de vegetação nativa em substituição por pastagem.

A utilização de geotecnologias para a temática de recursos hídricos tem se apresentado como uma importante ferramenta de apoio ao planejamento e gestão eficiente das bacias hidrográficas, bem como para a preservação dos recursos naturais, identificando áreas prioritárias para conservação e fornecendo subsídios para uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço (FALCÃO; BURG; COSTA, 2016; FERREIRA;

FERREIRA; GOUVEIA, 2016; SOKOLOSKI *et al.*, 2019).

2.4 A INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com Von Sperling (2014, p.13) “a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica”. Nesse sentido, a urbanização desordenada é um dos principais processos que mais alteram o ambiente, devido à ausência ou ineficiência de planejamento, e os impactos negativos causados são muitas vezes irreversíveis (CAMPOS; NUCCI, 2021)

Além do crescimento urbano desordenado, a expansão agrícola, a impermeabilização do solo, a supressão irregular da vegetação tem comprometido as reservas hídricas tanto em quantidade, como em qualidade especialmente nas Áreas de Proteção de Mananciais (ALVIM; KATO; ROSIN, 2015). No DF os mananciais de superfície são atingidos pelos mais variados tipos de conflitos, seja em relação aos diferentes usos dos recursos hídricos e/ou em relação à discordância do uso e ocupação do solo (SILVA *et al.*, 2019).

Conforme Marcelino, Guerra e Vieira (2022) reforçam que a urbanização influencia negativamente na recarga dos aquíferos, devido a impermeabilização do solo, diminuição da cobertura vegetal ou na degradação das qualidades físicas dos solos. Em contextos gerais a poluição das águas superficiais está associada aos tipos de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica (OLIVEIRA; BARBOSA; BARBOSA, 2017).

Sabe-se que a remoção da vegetação e a intensa utilização das bacias hidrográficas afetam a qualidade da água, o que leva ao aumento dos custos do tratamento para o abastecimento público (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Freitas Júnior (2021) reforça que alterações no uso e ocupação do solo, principalmente na cobertura vegetal, causam alterações na qualidade da água e na saúde pública. A vegetação ripária possui importância significativa no ecossistema e para manutenção da qualidade da água, devido à absorção do escoamento superficial e diminuição dos nutrientes nos cursos hídricos (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Nesse sentido, as ações de recuperação em APPs devem ser contínuas e permanentemente revisadas, para que tenham resultados efetivos e contribuam

para a conservação e melhoria das recargas dos mananciais (VIDAL, 2019).

Conhecer as fragilidades e aptidões do solo tornam-se importantes ferramentas para proteção e recuperação dos mananciais, a fim de amenizar problemas futuros de abastecimento de água e garantir a segurança hídrica em situações de estresse (REISSLER, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende as Áreas de Proteção de Mananciais (APM) Pedras e Currais localizadas na Bacia Hidrográfica do Descoberto no Distrito Federal e na unidade hidrográfica do Pedras (Figura 2).

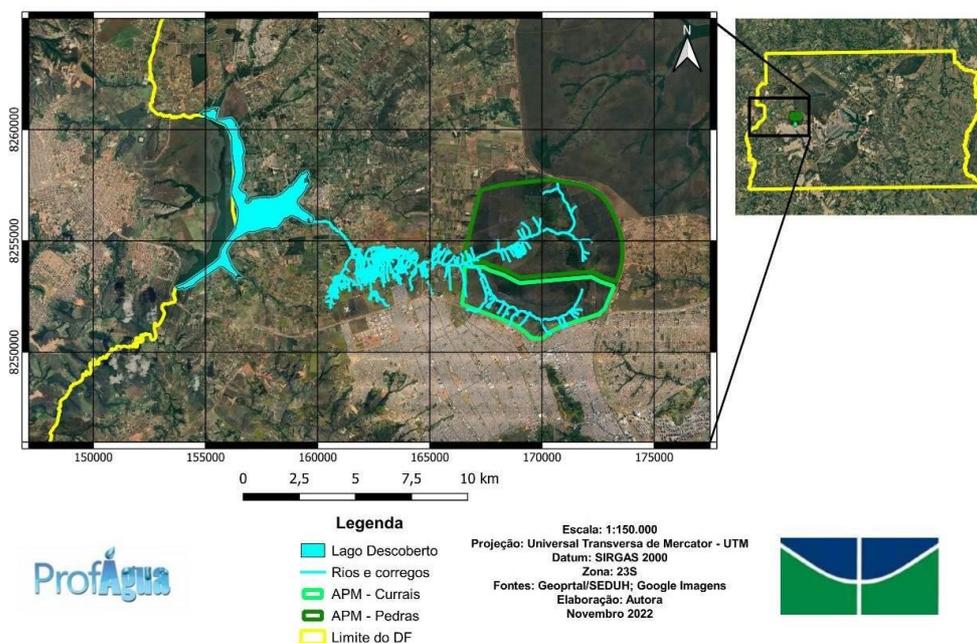


Figura 2. Localização da área de estudo (-15°46'31.42"S -48°04'08.22"O) na porção oeste do Distrito Federal.

O território da APM Pedras possui 27 km² e está inserida integralmente no módulo 1 da Floresta Nacional de Brasília (FLONA/Brasília), enquanto a APM Currais se insere parcialmente no módulo 1 da FLONA e possui 16 km². O Ribeirão das Pedras e o Córrego Currais se enquadram na classe 2 segundo seus usos preponderantes, conforme a Resolução nº 02/2014-CRH/DF.

Quanto aos atributos físicos a região onde as APMs Currais e Pedras estão localizadas é classificada como Grupo Paranoá, metarritmito arenoso; situado no Plano Elevado, relevo plano a suave ondulado, com altitudes superiores a 1.100

metros e declividade inferior a 10%. Predominam as declividades plana (0% a 3%) e suave-ondulada (3% a 8%). A pedologia é caracterizada por cambissolos, latossolo vermelho-amarelo, plintossolo, latossolo vermelho e gleissolo (CODEPLAN, 2020; ICMBIO, 2016).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima no Distrito Federal é do tipo Tropical de Altitude (Cwa), com concentração de precipitações no verão, temperatura inferior a 18 °C para o mês mais frio, com média superior a 22 °C no mês mais quente e áreas com cotas altimétricas entre 1.132m e 1.212m (CODEPLAN, 2020; ICMBIO, 2016).

3.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS APMS CURRAIS E DAS PEDRAS

3.2.1 Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA)

O PRAVIA é um protocolo adaptado por Pinheiro (2007) às condições do Distrito Federal. É composto de 20 parâmetros com o objetivo de avaliar a condição de conservação do corpo hídrico. O PRAVIA é baseado no Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) elaborado por Callisto *et al.* (2002), adaptado do Protocolo da Agência Ambiental de Ohio (EPA, 1987) e é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA)

Parâmetros	Pontuação				
	05 Pontos		03 Pontos		00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio		Trilha (acesso/estreito)		Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)		Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento		Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente		Erosão laminar moderada		Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente		Esgoto doméstico; disperso	lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%		Parcial (entre 40% e 70%)		Ausente

6. Odor da água	Ausente	Moderados cheiro de esgoto(ovo podre)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de <i>Secchi</i>)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco ½ da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL			
TOTAL			

Fonte: Modificado dos protocolos de Hannaford *et al.* (1997) e da EPA (Environmental Protection Agency) (Estados Unidos) (1987) realizado por Callisto (2002) e Pinheiro (2007).

O PAR avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas em três níveis de peso: Natural (5 pontos); Alterado (3 pontos) e impactado (0 pontos). O valor final é obtido a partir dos somatórios dos valores atribuídos a cada parâmetro. Assim, as pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos avaliados, ou seja, a pontuação tende a aumentar à medida que há preservação ambiental no trecho, sendo: Natural (61-100 pontos); Alterado (41-60 pontos) e impactado (0-40 pontos) (CALLISTO *et al.* 2002).

No presente estudo o PRAVIA foi aplicado no mês de setembro de 2022, época seca, em um total de dez pontos, onde cinco corresponderam ao córrego dos Currais (Currais 1; Currais 2; Currais 3; Currais 4 e Currais 5) (Figura 3, Quadro 2) e cinco corresponderam ao Ribeirão das Pedras (Pedras 1; Pedras 2; Pedras 3; Pedras 4 e Pedras 5) (Figura 3, Quadro 3).

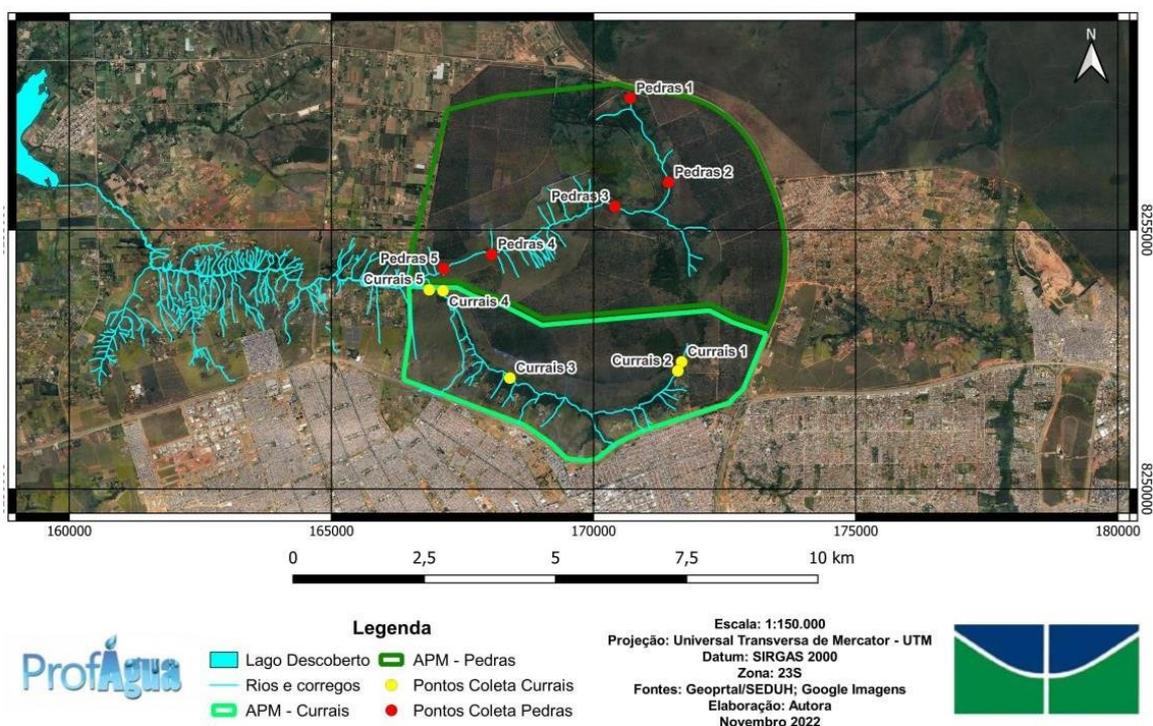


Figura 3. Pontos de aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impactos Ambientais (PRAVIA) e de coleta de água no Ribeirão das Pedras (Pedras 1, Pedras 2, Pedras 3, Pedras 4, Pedras 5) e no Córrego Currais (Currais 1, Currais 2, Currais 3, Currais 4 e Currais 5) localizados na Bacia Hidrográfica do Descoberto no Distrito Federal.

Quadro 2. Localização dos pontos no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora.

Pontos	Coordenadas
C1	15°47'06.1"S 48°03'50.0"W
C2	15°47'11.7"S 48°03'53.4"W
C3	15°47'18.27"S 48°05'42.67"W
C4	15°46'20.07"S 48°06'23.17"W
C5	15°46'18.49"S 48°06'32.97"W

Quadro 3. Localização dos pontos no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora.

Pontos	Coordenadas
P1	15°44'25.4"S 48°04'08.4"W

P2	15°45'13.3"S 48°03'57.5"W
P3	15°45'28.0"S 48°04'32.2"W
P4	15°45'57.0"S 48°05'51.4"W
P5	15°46'05.5"S 48°06'22.3"W

A escolha dos pontos foi feita tendo como referência imagens de satélites da área considerando os locais com maior relevância, representatividade, acessibilidade e proximidade a fontes poluidoras. Além disso, levou-se em consideração também informações obtidas em visita à área em julho de 2022, juntamente com a equipe da gerência de bacia de mananciais da CAESB, para conhecer as APMs, nesta visita foram apresentados os problemas relacionados aos lançamentos de drenagem pluviais próximas às APMs, resíduos sólidos transportados pelo sistema de drenagem pluvial e as ocupações irregulares. Posteriormente, foi realizada uma nova vistoria, acompanhada de um brigadista da FLONA, para validação das informações. Alguns pontos tiveram de ser realocados devido à dificuldade em acessá-los. O servidor que acompanhou a vistoria orientou que acesso aos pontos deveria ser realizado pela área da FLONA, pois na área em que o acesso à APM Currais se dá pela BR 070 existem algumas ocupações irregulares.

Para a coleta das informações dos 20 parâmetros que compõem o PRAVIA (Quadro 1), foram utilizados os seguintes materiais:

- Câmera: para registrar a situação dos corpos hídricos e corroborar as informações dos formulários;
- Termômetro: para medir a temperatura da água;
- Trena graduada: para medir a largura da vegetação ripária e dos corpos hídricos;
- Recipiente transparente: para coletar, visualizar a cor da água e sentir o odor;
- Vareta: para medir a profundidade do corpo hídrico;
- Disco de Secchi: para verificar a transparência e o nível de turbidez, o qual está diretamente ligada à penetração da luz, o objeto foi mergulhado lentamente até que atingisse seu desaparecimento e verificada a metragem;
- Celular/GPS: para coleta das coordenadas geográficas e altitude dos pontos.

3.2.2 Avaliação da qualidade da água

As coletas de água foram realizadas nos pontos identificados na figura 3, que correspondem ao Ribeirão das Pedras (Pedras 1; Pedras 2; Pedras 3; Pedras 4 e Pedras 5) e ao córrego Currais (Currais 1; Currais 2; Currais 3; Currais 4 e Currais 5). As coletas referentes à primeira campanha foram realizadas no mês de setembro de 2022 (época seca) e à segunda campanha em fevereiro de 2023 (época chuvosa).

Na primeira campanha (época seca), o ponto Currais 1 referente à nascente do Córrego Currais, encontrava-se seca e não foi possível realizar a coleta. Este ponto não teve como ser realocado, uma vez o Córrego Currais, após o ponto 2, segue por uma fitofisionomia de Campo de Murundum.

Nos dez pontos, as amostras de água foram coletadas no início da manhã e armazenadas em recipientes identificados que foram conservadas em caixa térmica. Os recipientes foram disponibilizados pelo laboratório Quinosan localizado em Brasília, que foi a empresa responsável pelas análises. As amostras foram enviadas ao laboratório na manhã do mesmo dia das coletas.

Os parâmetros foram analisados separadamente e comparados com a Resolução Conama nº 357/2002. Em seguida foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), que tem como objetivo comparar a distribuição de três ou mais grupos de amostras independentes (SILVA, 2021). O teste ANOVA é um teste de hipótese para comparar as médias de duas ou mais populações (PIRATOBA *et al.*, 2017)

Após ANOVA foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,05$), sendo tal análise realizada no programa SISVAR, gratuito. O Teste Tukey é um teste de comparações múltiplas de modo complementar para a análise estatística (OLIVEIRA, 2023). Foi analisado o coeficiente de variação (CV), que analisa a dispersão em termos relativos, ele será dado em %, sendo que quanto menor for o valor do coeficiente de variação, mais homogêneos serão os dados, menor será a dispersão em torno da média. De uma forma geral, se o CV for menor ou igual a 15% será baixa dispersão (dados homogêneos); entre 15 e 30% média será a dispersão e se for maior que 30% será alta dispersão (dados heterogêneos) (GARDIMAN JÚNIOR; SIMOURA, 2016).

No Distrito Federal a ADASA utiliza os seguintes indicadores qualitativos para avaliar a condição das águas superficiais: Índice de Qualidade de Água –

IQA (ambiente lótico), Índice do Estado Trófico – IET (ambiente lêntico) e o Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE (ambiente lótico e lêntico).

Neste trabalho foi utilizado o IQA, que tem sido usado com o objetivo de resumir as variáveis analisadas em um só número, variando de 0 a 100, caracterizando a qualidade da água para abastecimento e orientando o tipo de tratamento da água (PIASENTIN *et al.*, 2009). O IQA é um índice que avalia a condição de utilização da água para fins de abastecimento público, considerando um tratamento convencional (ANA, 2012).

Pinheiro (2007) adaptou o PAR desenvolvido por Callisto *et al.* (2002) para o DF (PRAVIA) e comprovou a forte relação deste protocolo com os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. Assim, associou-se à avaliação do PRAVIA, o Índice de Qualidade da Água, que é o indicador comumente utilizado para avaliar a qualidade da água para abastecimento, que é o caso dos corpos hídricos localizados nas APM.

Conforme a CETESB (2019, p.3) “o IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice”, sendo representado pela seguinte fórmula:

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

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Para o cálculo do IQA são utilizadas 9 variáveis e na ausência de uma delas o cálculo do IQA é inviabilizado. São essas as variáveis utilizadas: coliformes termotolerantes, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio

(DBO_{5,20}), temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos/resíduos totais). No Quadro 4 são apresentadas as metodologias utilizadas para análise de água.

Quadro 4. Metodologias utilizada para análises de amostras de água. Fonte: Laboratório Quinosan.

Parâmetros	Metodologia de análise
Temperatura (°C)	Medida direta/Termômetro
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	SMWW 23 ^o Edição, 4500-O G
Potencial hidrogeniônico - pH	SMWW 23 ^a Edição, Método 4500H+
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	POP-FQ-098
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	SMWW, 23 ^a edição, método 9221 E
Turbidez (UNT)	SMWW, 23 ^a edição, método 2130 B
Resíduo Total (mg/L)	POP-FQ-039
Fósforo Total (mg/L)	POP-FQ-081
Nitrogênio Total (mg/L)	POP-FQ-052

Os pesos de cada parâmetro utilizados para o cálculo do IQA são apresentados no quadro 5.

Quadro 5. Pesos atribuídos as variáveis para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA). Fonte: CETESB (2019)

Parâmetros	Peso (w)
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	0,17
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	0,15
PH	0,12
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	0,10
TEMPERATURA	0,10
NITROGÊNIO TOTAL	0,10
FÓSFORO TOTAL	0,10
TURBIDEZ	0,08
RESÍDUO TOTAL	0,08

Os valores do IQA foram classificados em faixas conforme definição CETESB (Quadro 6).

Quadro 6. Faixas de classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA). Fonte: CETESB (2019); IGAM (2023).

Condição	Valor do IQA	Significado
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$	Águas apropriadas para o tratamento convencional visando o abastecimento público
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$	
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$	
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$	Águas apropriadas para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessário tratamentos mais avançados.
Péssima	$0 < \text{IQA} \leq 19$	

3.3 AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Foi realizada análise multitemporal para verificar as alterações do uso e ocupação do solo das APMs, por meio do projeto MapBiomas. Inicialmente foi analisado o ano de 1992, cinco anos antes da criação das APMs, para verificar a efetividade da criação desses espaços territorialmente protegidos. Em seguida, foi analisado o ano de 1997, que é o ano em que as APMs foram criadas. Assim, foram avaliadas as imagens em períodos de 10 anos, perfazendo a série temporal de 1997 a 2017. Foi analisado também os anos de 2020, 2021 e 2022, que são os anos mais recentes de dados disponíveis. Contudo, destaca-se que para o ano de 2022 a resolução espacial foi de 10 m, diferente dos demais anos, em que a resolução espacial foi de 30 m. Dessa forma o ano de 2022 não foi comparado com os anos avaliados anteriormente. Para este, foi realizada uma análise isolada.

Para o levantamento e edição dos dados de uso do solo, foram realizados os seguintes procedimentos:

- i. Foi acessado o Projeto MapBiomas – Coleção [Coleção 6] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura do Solo do Brasil. Acesso em [11/04/2021] através do link: [http://mapbiomas.org]";
- ii. Os dados no formato matricial (raster) GeoTiff para os anos já citados,

foram processados e editados no software QGIS 3.10.9 com o objetivo de selecionar as áreas específicas de estudo das APMs de modo a facilitar na análise dos dados;

- iii. As subclasses detalhadas de uso da terra identificadas pelo MapBiomas foram reclassificadas conforme a descrição dos códigos das legendas em classes em função da escala e da pouca representatividade das alterações dos usos na paisagem, objeto de estudo (Quadro 7). Foram consideradas apenas as subclasses identificadas no presente trabalho;
- iv. As áreas de estudo selecionadas foram submetidas a conversão no formato inicial de matricial (raster) para o formato vetorial *shapefile*. Então foi realizada a reorganização das classes de uso, assim como doseu quantitativo em hectares para a apresentação dos resultados da dinâmica dos usos para os anos selecionados;

Quadro 7. Reorganização das subclasses utilizadas neste trabalho em classes, de acordo com a coleção 6 do MapBiomas. Fonte: Adaptado do mapbiomas, 2023.

Classe MapBiomas coleção 6	Subclasse MapBiomas coleção 6
1. Floresta	1.1 Formação Florestal
	1.2 Formação Savânica
2. Formação Natural não Florestal	2.1 Campo alagado e área pantanosa
	2.2 Formação Campestre
	2.5 Outras Formações não florestais
3. Agropecuária	3.1 Pastagem
	3.2 Agricultura
4. Área não vegetada	4.2 Área urbanizada
	4.3 Mineração
	4.4 Outras áreas não vegetadas

Com o objetivo de consolidar as informações sobre as APMs foi realizada uma consulta via lei de acesso à informação aos órgãos que possuem atuação nesses territórios e áreas adjacentes, sendo eles: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IBRAM); Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Distrito Federal (SEMA); Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (ADASA); Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO); Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e

Desenvolvimento Rural (SEAGRI) e Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP), Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP).

As APMs são espaços destinados à preservação e o PDOT estabeleceu diretrizes a serem atendidas nesses territórios. Foram selecionados os itens que mais tem relação com a proposta de trabalho visando a conservação e proteção das citadas áreas. As seguintes iniciativas deverão nortear a gestão das APMs (PDOT, 2009, p.43 e 44):

- I – Manter preservadas as áreas com remanescentes de vegetação nativa, admitida a supressão mediante estudo prévio a ser avaliado pelo órgão gestor;
- II – Recuperar, prioritariamente, as áreas degradadas localizadas em Áreas de Preservação Permanente e em áreas destinadas à reserva legal;
- III – Incentivar a implantação de sistemas agroflorestais e a ampliação da área de vegetação nativa, cujo manejo favoreça a conservação do solo e a proteção dos corpos hídricos
- VI – Proibir o lançamento de sistemas de drenagem de águas pluviais a montante do ponto de captação de água do manancial, à exceção das APMs do São Bartolomeu e do Engenho das Lages;
- X – Proibir a exploração de minerais;
- XI – Proibir, nos corpos hídricos, práticas potencialmente poluidoras ou geradoras de risco à captação.

As APMs Pedras e Currais estão inseridas integralmente ou parcialmente em Unidades de Conservação Federais, portanto, foram consultados os planos de manejo das referidas UCs, com o intuito de verificar se as restrições estabelecidas no PDOT estão sendo atendidas

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, serão apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras. Além disso, serão analisados os dados relativos à qualidade dos corpos hídricos citados, buscando correlacioná-los com o estado de conservação dos pontos estudados. Serão expostos os resultados que evidenciam as alterações do uso e ocupação do solo na região de estudo, bem como o cumprimento das diretrizes norteadoras para as Áreas de Proteção de Mananciais (APM), conforme previsto no artigo nº 97 do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT).

4.1. PROTOCOLO RÁPIDO DE AVALIAÇÃO VISUAL DE IMPACTO AMBIENTAL (PRAVIA)

4.1.1 Aplicação do PRAVIA no Córrego Currais

O ponto C1 no Córrego Currais se refere a nascente do corpo hídrico (Figura 4).



ProfÁgua

Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23S
Fontes: geoportal,
google imagens
Elaboração: autora
novembro/2023



Figura 4. Localização do ponto C1 no Ribeirão das Currais no Distrito Federal.

O acesso a esse ponto ocorreu por vegetação fechada. No dia da aplicação do protocolo o local encontrava-se seco (Figura 5), portanto, não foi possível verificar as características da água como odor, cor ou presença de fauna. Foi possível perceber o odor de urina nas proximidades, uma vez que, o local serve de dessedentação para animais como capivaras, antas e cachorro-mato (ICMBIO, 2014). A nascente é cercada por Mata de Galeria com cerca de 14,30 m de largura, vegetação densa e alta.



Figura 5. Nascente do Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

O ponto C2 do Córrego Currais fica a 200 m da nascente (Figura 6).



ProfÁgua

Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23S
Fontes: geoportal,
google imagens
Elaboração: autora
novembro/2023



Figura 6. Localização do ponto C2 no Córrego Currais no Distrito Federal.

O acesso ao ponto se deu por trilha (é uma passagem dos ciclistas que frequentam a FLONA) até início da vegetação de Mata de Galeria com a largura de 23 m e árvores com altura entre 8 m e 12 m. Nesse ponto, a profundidade do corpo hídrico foi de 65 cm e 1 m de largura (Figura 7). A água apresentava-se transparente, sem odor, não sendo identificado resíduos sólidos, materiais flutuantes, lançamento de esgoto ou fossa a céu aberto. Não foi observada a presença de fauna ou plantas aquáticas.

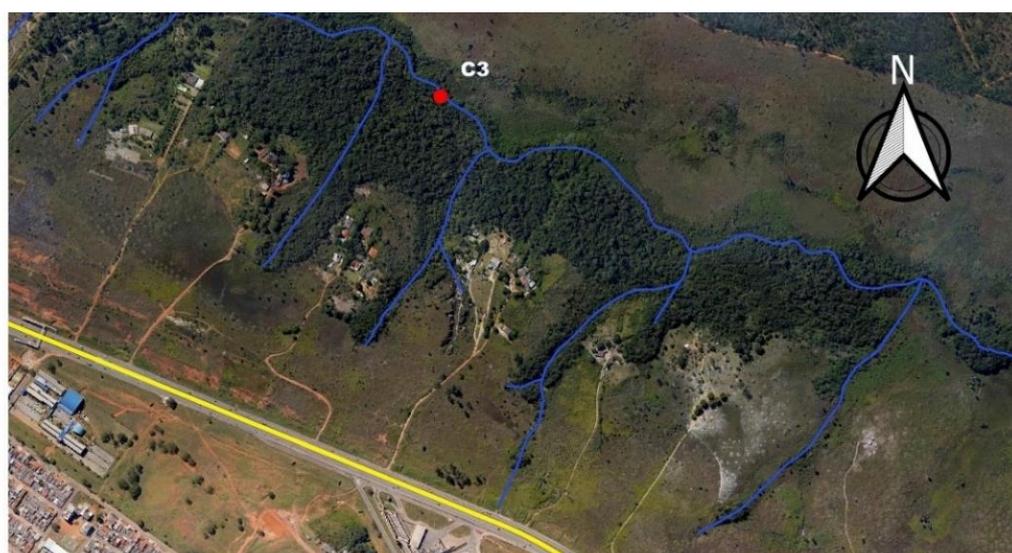
A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 77

pontos, categorizando sua condição como “NATURAL” (Apêndice A).



Figura 7. Ponto C2 no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

O acesso ao ponto C3 no Córrego Currais foi realizado por vegetação fechada de Mata de Galeria com cerca de 15 m de largura, contudo o local sofre com os impactos das ocupações irregulares adjacentes (cerca de 150 m de distância do ponto) (Figura 8) e lançamentos de drenagem urbana próximos (Figuras 9 e 10). Em cerca de 800 m se localiza a região administrativa de Taguatinga. As figuras 9 e 10 são manilhas que compõem o sistema de drenagem pluvial e foi identificada a presença de água, no entanto as imagens foram registradas no período da seca, dessa forma não deveria haver água nas manilhas.



ProfÁgua

rodovia
— BR070
— rios_e_corregos
Google Satellite

Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23S
Fonte: geoportal,
google imagens
Elaboração: autora
novembro/2023



Figura 8. Localização do ponto C3 no Córrego Currais no Distrito Federal.



Figura 9. Ponto de lançamento de drenagem próximo ao Córrego Currais no Distrito Federal.
Fonte: Autora, 2022



Figura 10. Ponto de lançamento de drenagem próximo ao Córrego Currais no Distrito Federal.
Fonte: Autora, 2022.

No ponto C3 a largura medida no córrego foi de 3,4 m e 27 cm de profundidade. Há uma grande quantidade de resíduos sólidos depositados nas margens do córrego e presos às raízes das plantas. Foi possível verificar a presença de processos erosivos. Há um cheiro forte de madeira em decomposição, explicado pelo acúmulo de folhas e troncos de madeira que ficam retidos pelos resíduos sólidos e nas raízes das árvores (Figura 11).

A cor da água é turva e o fundo do corpo hídrico caracterizado pela presença de lama. Não foi constatada a presença de fauna ou plantas aquáticas no ponto. Nesse ponto foi verificada a presença de resíduos sólidos, contudo

não foi possível observar a presença óleos e graxas, materiais flutuantes, lançamento de esgoto ou fossa céu aberto.

O somatório dos pontos atribuídos no PRAVIA foi 59, sendo assim, considerado ALTERADO” (Apêndice B)



Figura 11. Ponto C3 no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autor, 2022.

O ponto C4 possui Mata de Galeria apenas em uma das margens e o acesso a esse local foi realizado por chão batido (Figura 12).



Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 22S
Fonte: CAESB, geoportal,
google imagens
Elaboração: autora
nov/23



Figura 12. Localização do ponto C4 no Córrego Currais no Distrito Federal.

A largura do córrego nesse ponto foi de 6,20 m e 51 cm de profundidade (Figura 13). Não foi verificada a presença de resíduos sólidos, óleos e graxas, materiais flutuantes, lançamento de esgoto ou fossa a céu aberto. No entanto a

água apresentou-se turva e com odor de madeira em decomposição. Não foi registrado piabas, alevinos ou plantas aquáticas no local.



Figura 13. Medição da largura no ponto C4 do Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

Ao analisar as imagens de satélites do ano de 2003 foi possível visualizar que a margem direita do córrego Currais já não possuía vegetação naquela época e que já havia uma trilha larga de acesso ao local. Após o ponto em que o PRAVIA foi aplicado, o corpo hídrico se apresenta mais largo e fundo e de acordo com as entrevistas apresentadas no plano de manejo da FLONA esse córrego tem o histórico de utilização para banho e recreação.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 57 pontos, categorizando sua condição como “ALTERADO” (Apêndice C).

O ponto C5 no Córrego Currais (Figura 14) possui 6,2 m de largura, 32 cm de profundidade (Figura 15). Há presença de Mata de Galeria somente em uma das margens com 10,87 m de largura. O acesso ao local é caracterizado por solo compactado. Embora a água fosse turva, não foram visualizados óleos e graxas, resíduos sólidos, materiais flutuantes, lançamento de esgoto ou fossa a céu aberto. Havia odor de madeira em decomposição. Não foi verificada a presença de fauna e plantas aquáticas.



Figura 14. Localização do ponto C5 no Córrego Currais no Distrito Federal.

O somatório de pontos do PRAVIA no ponto C5 foi de 58, sendo, então, classificado como “ALTERADO” (Apêndice D).



Figura 15. Ponto C5 no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autor, 2022.

4.1.2 Aplicação do PRAVIA no Ribeirão das Pedras

No ponto P1 no Ribeirão das Pedras encontra-se sua nascente (Figura 16), onde está localizada a placa de identificação da referida APM (Figura 17). Esta nascente está localizada a 300 m do Parque Nacional de Brasília. Não há Mata de Galeria no local, mas há vegetação natural campestre que circunda a nascente. A profundidade do corpo hídrico é de 110 cm e 1,40 m de largura.

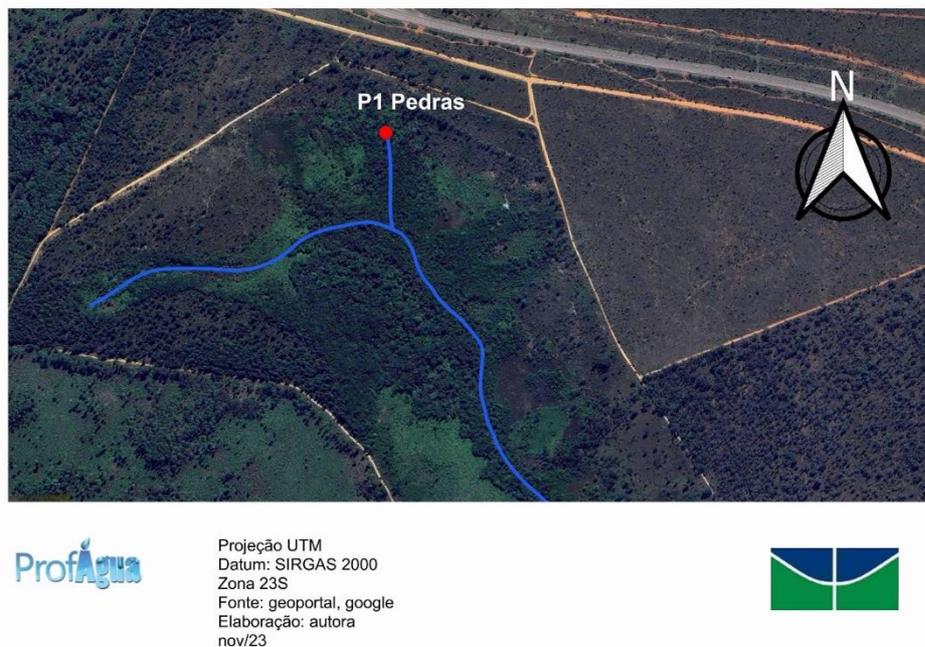


Figura 16. Localização do ponto P1 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.



Figura 17. Placa de identificação da Área de Proteção de Manancial (APM) Pedras. Fonte: Autor, 2022.

Próximo ao P1 foi possível perceber odor de urina, provavelmente dos animais que utilizam o local para dessedentação. Não foi identificada a presença de óleo e graxas, resíduos sólidos, materiais flutuantes, lançamento de esgoto ou fossa a céu aberto. A água apresentava-se cristalina e sem odor. Foi verificada grande quantidade de plantas aquáticas (Figura 18) e girinos (Figura 19).

A pontuação atribuída no ponto P1 foi de 73, sendo categorizado como “Natural” (Apêndice E).



Figura 18. Verificação da transparência da água na nascente do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal (P1). Fonte: Autor, 2022.



Figura 19. Presença de girinos no ponto 1 do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autor, 2022.

O ponto P2 do Ribeirão das Pedras (Figura 20) possui 2,6 m de largura e 44 cm de profundidade. O acesso foi realizado por meio de uma trilha fechada por Mata de Galeria com largura de 11 m e árvores com altura entre 8 e 12 m.

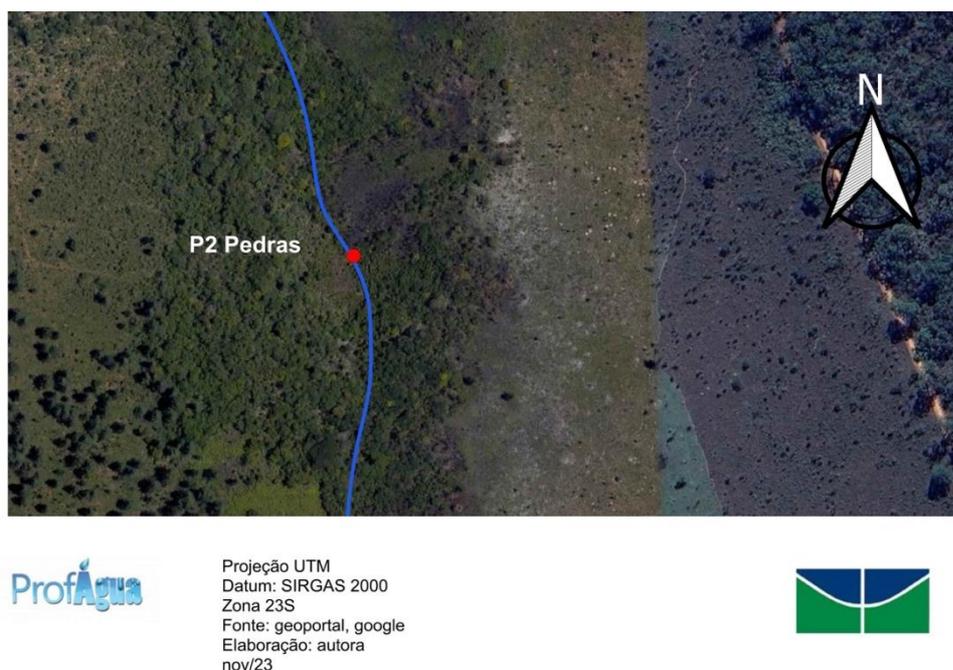


Figura 20. Localização do ponto P2 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.

No ponto P2 não foram verificados processos erosivos nas margens do corpo hídrico, lançamento de esgoto, odor, óleos e graxas, resíduos sólidos, materiais flutuantes ou plantas aquáticas. Foi possível visualizar a presença de peixes e a água é cristalina (Figura 21).

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 80 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL” (Apêndice F).



Figura 21. Verificação da turbidez no ponto 2 (a) e visualização da presença de peixes (b) no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

O ponto P3 (Figura 22) do Ribeirão das Pedras é conhecido como “geladeira”, pelo fato de a água ter a temperatura sempre baixa e ser utilizada pelos usuários da FLONA para se refrescar. Neste ponto, foi possível verificar que parte do acesso ao ponto não possui vegetação e o chão se encontra compactado, fato justificado pela alta frequência de visitação no local.



Figura 22. Localização do ponto P3 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.

O Ribeirão no ponto P3 possui a largura de 3,8 m e profundidade de 20 cm. A Mata de Galeria possui 9 m de largura. A água é cristalina (Figura 23) e há uma grande quantidade de peixes.



Figura 23. Verificação da turbidez no P3 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.
Fonte: Autora, 2022.

No local não há lançamento de esgoto ou fossa séptica, óleo ou graxas, resíduos sólidos, materiais flutuantes ou plantas aquáticas. Foi possível verificar pegadas de mamíferos de médio porte como antas (Figura 24) com urina

empoçada e o odor muito forte em uma das margens do ribeirão.



Figura 24. Marcas de pegadas em uma das margens do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

A pontuação atribuída no ponto 3 foi de 73, sendo categorizado como “Natural” (Apêndice G).

O ponto P4 no Ribeirão das Pedras (Figura 25) possui 2,2 m de largura e 75 cm de profundidade. O acesso foi realizado por meio de uma trilha no interior Mata de Galeria com a largura de 2 m e árvores com altura entre 8 e 12 m.



ProfÁgua

Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona 23S
Fonte: geoportal, google
Elaboração: autora
nov/23



Figura 25. Localização do ponto P4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.

No ponto P4 não foram verificados processos erosivos nas margens do corpo hídrico, lançamento de esgoto, odor, óleos e graxas, resíduos sólidos, materiais flutuantes ou plantas aquáticas. Foi possível visualizar a presença de peixes e a água é cristalina (Figura 26).

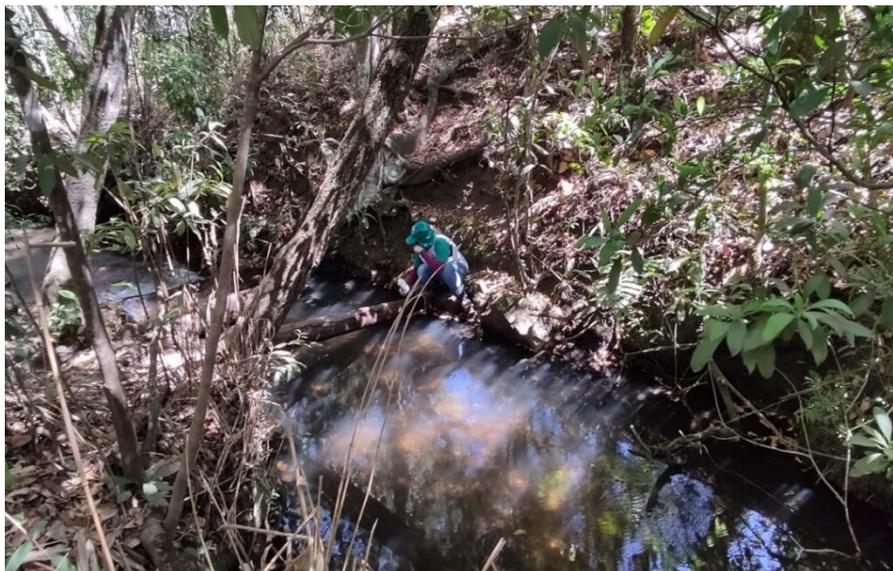


Figura 26. Ponto P4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 85 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL” (Apêndice H).

O ponto P5 no Ribeirão das Pedras (Figura 27) possui 1,5 m de largura e 44 cm de profundidade. O acesso foi realizado por uma trilha no interior de Mata de Galeria com a largura de 1,5 m e árvores com altura entre 8 e 12m.



ProfÁgua

Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona 23S
Fonte: geoportal, google
Elaboração: autora
nov/23



Figura 27. Localização do ponto P5 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.

Neste ponto não foram verificados processos erosivos nas margens do corpo hídrico, lançamento de esgoto, odor, óleos e graxas, resíduos sólidos,

materiais flutuantes ou plantas aquáticas. Foi possível verificar a presença de peixes, porém a água não era cristalina, não sendo possível visualizar o Disco de Secchi completamente (Figura 28).

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 75 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL” (Apêndice I).



Figura 28. Verificação da turbidez no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2022.

No quadro 8 abaixo está disponível os dados do resultado do PRAVIA para o Córrego Currais e Ribeirão das Pedras. No geral, observou-se que a 66,66% foram considerados ambientes “naturais” e 33,33 % “alterados”. Nenhum dos ambientes estudados foram considerados “Impactados”.

Quadro 8. Resultado da aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Elaboração: Autora, 2023.

Localização	Pontuação final	Estado de conservação
Córrego Currais		
C1	-	-
C2	77	Natural
C3	59	Alterado
C4	57	Alterado
C5	58	Alterado
Ribeirão das Pedras		
P1	73	Natural
P2	80	Natural

P3	73	Natural
P4	85	Natural
P5	75	Natural

Dos quatro pontos avaliados no Córrego Currais (C2, C3, C4 e C5) apenas o C2, que está localizado na poligonal da FLONA de Brasília (Figura 29), foi classificado como “natural” (Quadro 8). Sabe-se que a FLONA é uma Unidade de Uso Sustentável, cujo objetivo principal é conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais, de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2000).

A figura 29 foi elaborada considerando a nova poligonal da FLONA de Brasília, estabelecida na Lei nº 14.447/2022, que acrescentou e considerou a extensão da APM Currais até o limite com a BR-070.

Os demais pontos (C3, C4 e C5) no Córrego Currais, que estão fora dos limites da poligonal da FLONA (Figura 29), foram classificados como ambientes “alterados” (Quadro 8). Ambientes “alterados” foram aqueles com ausência de Mata de Galeria, presença de resíduos sólidos, odor de madeira em decomposição, instabilidade de barrancos e deposição de sedimentos nas curvas.

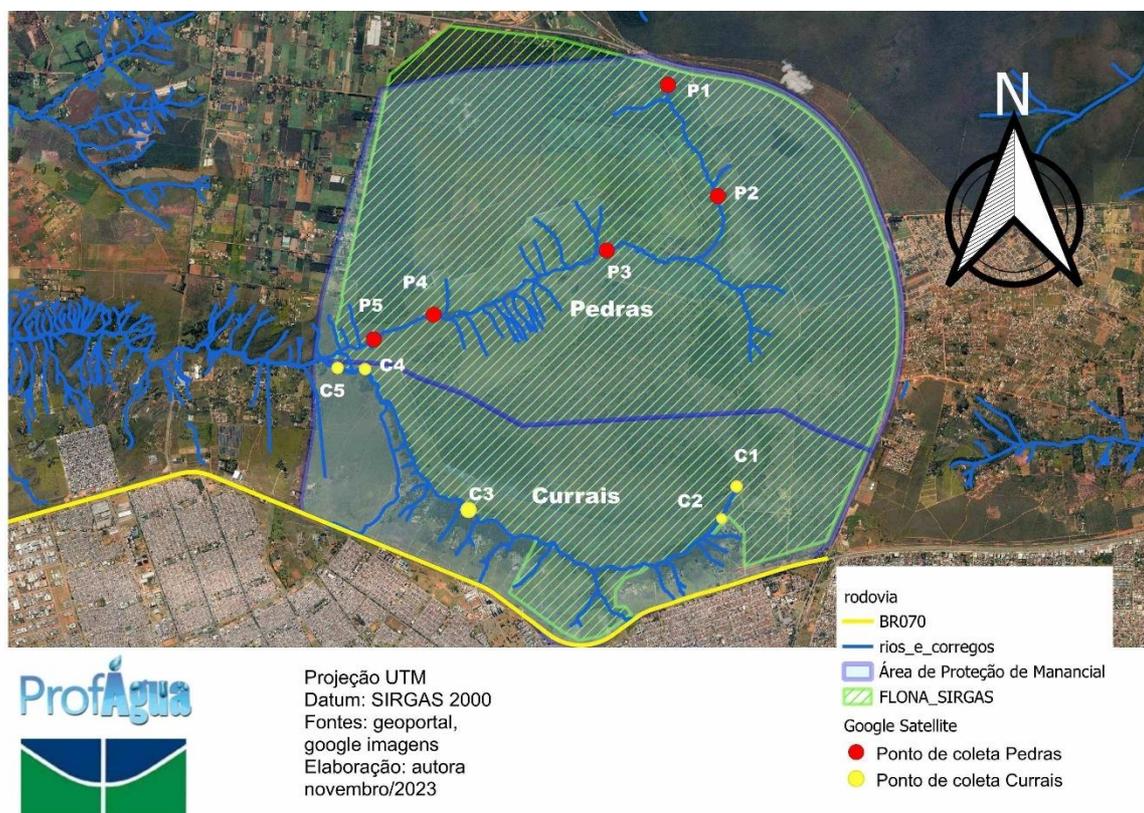


Figura 29. Localização dos pontos analisados comparados com a área da Floresta Nacional (FLONA de Brasília) e das Áreas de Proteção de Mananciais (APM).

Os três pontos no córrego Currais classificados como “alterados” sofrem com a pressão da expansão urbana, ocupações irregulares ou invasões, além dos impactos causados pela visitação dos frequentadores da FLONA. Ocupações irregulares ocorrem quando há o reparcelamento ou parcelamento fora da finalidade atribuída àquela área, a exemplo uma pessoa que possui concessão de uso para uma área rural, não tem autorização para fazer um parcelamento, já a invasão se refere a apropriação ilegal de uma área em que há impedimento, como Áreas de Preservação Permanente ou tombada pelo patrimônio histórico (SEGOV, 2022). As ocupações irregulares assim com as invasões afetam a qualidade dos recursos naturais, uma vez que, não há esgotamento sanitário ou coleta de resíduos nessas áreas (LOLIVE; OKAMURA, 2020). Conforme o plano de manejo da FLONA de Brasília parte das ocupações datam das décadas de 60 e 70, quando ocorreu o processo de urbanização do Distrito Federal (ICMBIO, 2016), anterior à criação da FLONA, que ocorreu em 1999 e das APMS Currais e Pedras que aconteceu no ano de 1997. A regularização de ocupações irregulares do solo, apresenta-se como um exercício multidimensional, envolvendo a alocação de recursos, planejamento e capital político (AMARAL; MACHADO; LIMA NETO, 2017). Em consulta aos órgãos gestores de recursos hídricos no Distrito Federal, apresentado detalhadamente no item 4.3.1 (página 79), foi informado que não há a pretensão de nenhum órgão em iniciar o processo de regularização da área onde as APMS Currais e Pedras estão inseridas.

Ademais, problemas relacionados à drenagem urbana próxima às APMS, principalmente a APM Currais que fica à margem da rodovia BR-070 também já foram relatados e são conhecidas há muitos anos. De acordo com Silva *et al.* (2015) o dimensionamento insuficiente do sistema de drenagem para as Regiões Administrativas de Taguatinga e Ceilândia e da BR-070 tem gerado danos ambientais, visto que, nos meses chuvosos a falta de dispositivos de drenagem acarreta o aumento significativo da vazão escoada, que associado com relevo declivoso, ganha velocidade cinética resultando em grandes processos erosivos na bacia e graves problemas de assoreamento, formando “novos canais”. Um exemplo dessa situação ocorreu no ano de 2007, quando parte do asfalto na BR-070 cedeu depois que a tubulação de águas pluviais ficou comprometida. A força da água das chuvas foi apontada como a causa dos estragos, que chegou

a abrir uma cratera às margens da rodovia.

No Ribeirão das Pedras todos os pontos analisados foram classificados como “natural”. No geral, ambientes nessa categoria são identificadas a presença de vegetação natural cobrindo o leito, corpos hídricos caracterizadas por águas limpas e presença abundante de fauna aquática, além de outros.

O P3 do Ribeirão das Pedras, foi o ponto onde se observou a menor pontuação, 73 pontos, sendo o único ponto no referido corpo hídrico, cujo acesso se dá por chão batido e não há vegetação no acesso ao ponto. Tais fatores são analisados em quatro parâmetro do protocolo, diminuindo então o somatório dos itens. Já o ponto P4 foi considerado o mais conservado, 85 pontos, tendo sido atribuída a pontuação “0” para apenas um parâmetro, que foi a ausência de “macrófitas aquáticas e/ou briófitas”. Vale ressaltar que, exceto no P1 do Ribeirão da Pedras, os demais pontos receberam pontuação “0” para este parâmetro.

Valente *et al.* (2019) já tinha observado também que a parte da unidade hidrográfica Ribeirão das Pedras, que se localiza dentro da FLONA de Brasília, estava bem conservada, entretanto, naquela época os autores chamaram a atenção para a parte mediana e o exutório desta unidade hidrográfica que estavam sendo impactados pelas ações antrópicas, como atividades agrícolas e expansão urbana, se caracterizando por locais propensos a processos erosivos e acúmulo de resíduos sólidos.

As Unidades de Conservação quando bem geridas, viabilizam o planejamento, o controle e a organização do território, visto que são competentes para a preservação e conservação dos ecossistemas, biomas e domínios de natureza no Brasil (BRASIL, 2011), uma vez que possuem um papel importante na garantia de serviços ambientais/ecossistêmicos e na qualidade dos recursos hídricos (ASSIS; FARIA; BAYER, 2022)

4.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados das análises de qualidade de água nos períodos de seca e chuva para o Córrego Currais são apresentados nas tabelas 1. Já para o Ribeirão das Pedras os resultados para qualidade de água na seca e chuva estão nas tabelas 2. Os resultados nas tabelas podem ser comparados com os valores

estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05. Destaca-se que o Córrego Currais e o Ribeirão das Pedras se enquadram na classe 2, que são corpos hídricos que podem ser destinados ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional (CONAMA nº 357/05).

Tabela 1. Resultados das análises de qualidade de água do Córrego Currais na estação seca e chuvosa no Distrito Federal. Os valores com asteriscos estão em desconformidade com a Resolução Conama nº 357. Fonte: autora, 2023. Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 na estação seca, uma vez que a nascente estava seca.

Parâmetros	C1	C2	C3	C4	C5	Resolução Conama nº 357/05
Estação seca						
Temperatura (°C)	-	20,7	20,2	20,5	20,8	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	8,4	8,22	8,17	8,54	Não inferior a 5
pH	-	5,59*	6,85	7,06	7,24	6,0 – 9,0
DBO 5 (mg/L)	-	2,32	4,12	4,23	4,57	Até 5
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	-	78	110	230	2400*	1000
Turbidez (UNT)	-	1,09	6,89	4,35	2,97	100
Resíduo Total (mg/L)	-	10	16	19,47	19,32	500
Fósforo Total (mg/L)	-	0,072	0,032	0,081	0,014	0,1
Nitrogênio Total (mg/L)	-	0,055	0,068	0,063	0,074	2,18
Estação chuvosa						
Temperatura (°C)	17	17,5	19	20	20	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,8	7,11	6,89	6,7	7,4	Não inferior a 5
pH	4,8*	4,87*	6,63	6,56	6,65	6,0 – 9,0
DBO 5 (mg/L)	2,5	1,5	2	3,7	3,6	Até 5
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	20	18	2400*	2400*	1300*	1000
Turbidez (UNT)	0,85	1,11	8,85	9,15	8,94	100
Resíduo Total (mg/L)	11	19	20	28	22	500
Fósforo Total (mg/L)	0,061	0,082	0,31*	0,33*	0,34*	0,1
Nitrogênio Total (mg/L)	0,061	0,058	0,72	0,76	0,74	2,18

Tabela 2. Resultados das análises de qualidade de água do Córrego Pedras na estação seca e chuvosa. Os valores com asteriscos estão em desconformidade com a Resolução Conama nº 357. Fonte: autora, 2023.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	Resolução Conama nº 357/05
Estação seca						
Temperatura (°C)	22	21	19,1	19,7	19,5	-

Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,49	8,4	8,47	8,42	8,58	Não inferior a 5
pH	4,89*	5,64*	6,1	5,33*	6,17	6,0 – 9,0
DBO 5 (mg/L)	2,53	3,7	2,87	3,23	3,94	Até 5
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1,8	70	130	150	170	1000
Turbidez (UNT)	0,34	1,62	1,41	1,53	3,59	100
Resíduo Total (mg/L)	2,32	1,65	1,77	1,8	1,65	500
Fósforo Total (mg/L)	0,064	0,085	0,067	0,077	0,068	0,1
Nitrogênio Total (mg/L)	0,059	0,046	0,052	0,038	0,041	2,18
Estação chuvosa						
Temperatura (°C)	21	20,5	19	19,6	19,8	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,03	6,99	6,58	7,12	6,71	Não inferior a 5
pH	5,08*	4,67*	5,26*	5,19*	5,35*	6,0 – 9,0
DBO 5 (mg/L)	2,1	1,5	3	2,7	3,4	Até 5
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	18	40	110	20	170	1000
Turbidez (UNT)	0,53	0,42	1,8	3,72	6,57	100
Resíduo Total (mg/L)	2,35	1,64	16	10	12	500
Fósforo Total (mg/L)	0,061	0,059	0,054	0,067	0,057	0,1
Nitrogênio Total (mg/L)	0,051	0,047	0,049	0,052	0,046	2,18

Para o Córrego Currais a variação de temperatura foi entre 20,2 °C a 20,8 °C no período da seca e entre 17,0 °C a 20,0 °C no chuvoso. Já para o Ribeirão das Pedras essa variação foi de 19,1 °C a 22,0 °C e 19,0 °C a 21,0 °C para o período da seca e chuva, respectivamente (Figura 30). A resolução Conama n° 357/05 não estabelece um padrão para o parâmetro temperatura, contudo, tal fator influencia outros parâmetros como a tensão superficial e a viscosidade da água, além de afetar a vida aquática (ANA, 2023).

De acordo com a série histórica disponibilizada pela CAESB a temperatura mínima identificada no Ribeirão das Pedras foi de 14,0 °C em julho de 2008 e 24,6 °C em maio do ano de 2001 (CAESB, 2022). O ponto de coleta da CAESB é próximo ao ponto P5. Para o Córrego Currais não há dados anteriores.

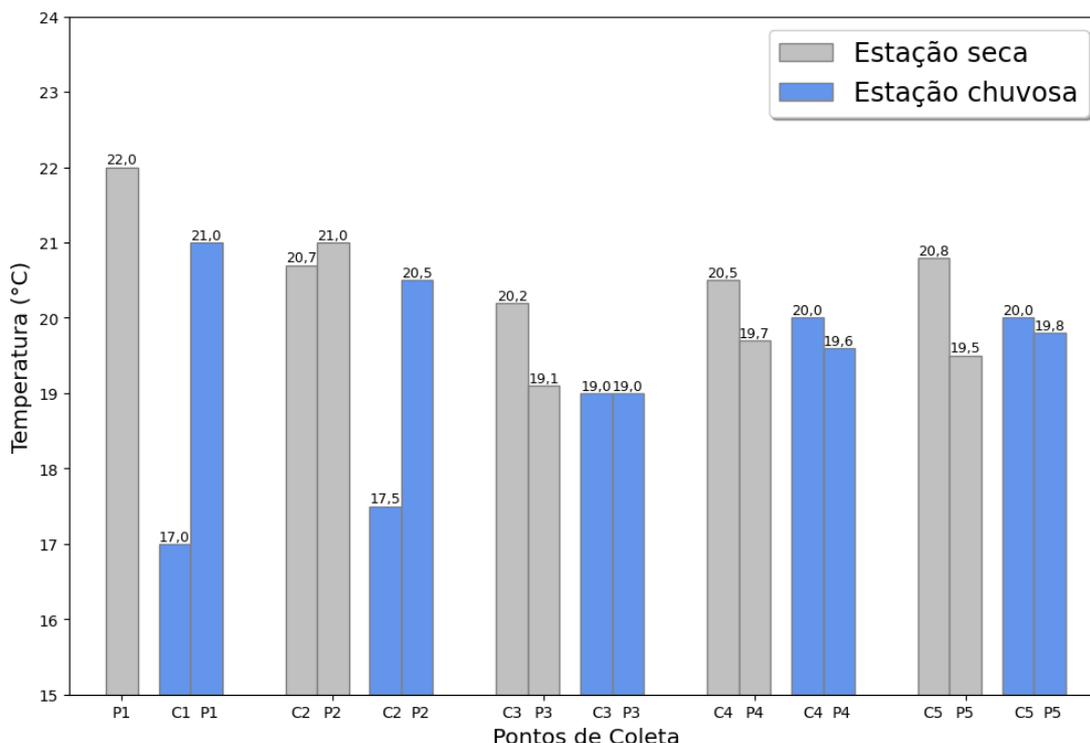


Figura 30. Variação de temperatura nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

Quanto ao parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) todas as amostras analisadas, tanto no Córrego Currais, quanto no Ribeirão das Pedras, atenderam ao estabelecido na legislação. A Resolução Conama nº 357/2005 determina que o limite de oxigênio dissolvido não seja inferior a 5 mg/L. Sendo que, no período da seca para o córrego Currais o parâmetro OD variou entre 8,17 mg/L a 8,54 mg/L e no período chuvoso de 6,70 mg/L a 7,40 mg/L (Figura 31). No Ribeirão das Pedras o resultado foi entre 8,40 mg/L e 8,48 mg/L na estação seca e entre 6,58 mg/L e 7,03 mg/L no período chuvoso (Figura 31).

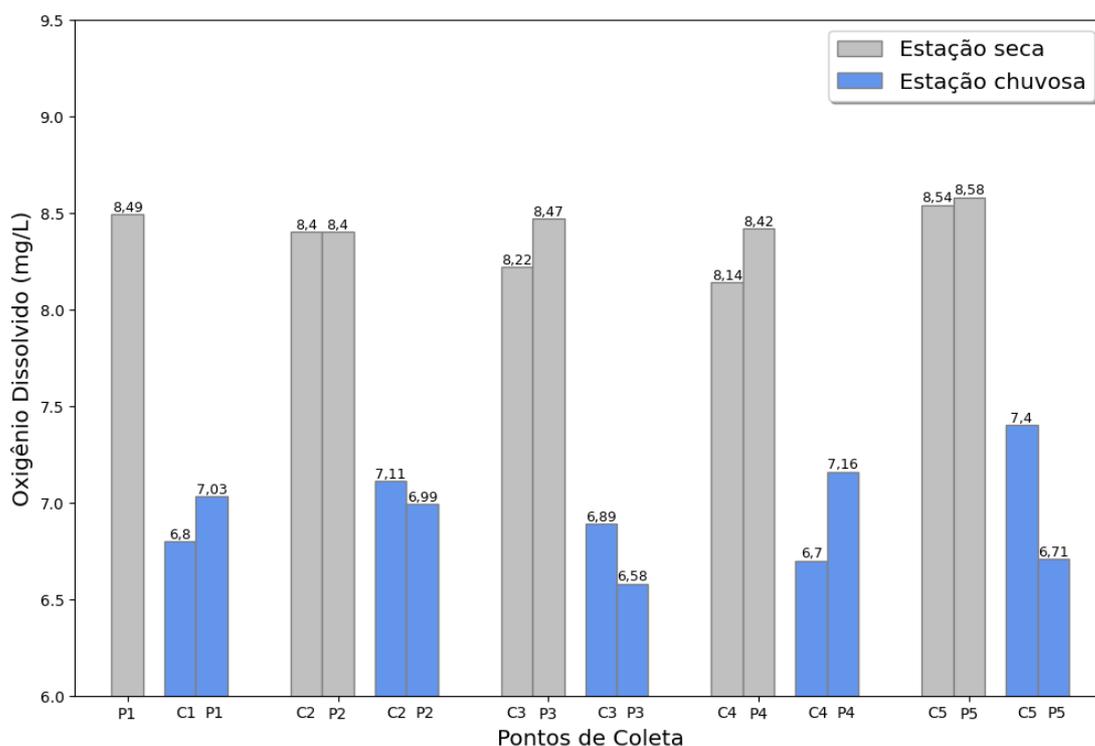


Figura 31. Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) nos pontos de coleta) no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

O valor mínimo para OD identificado no Ribeirão das Pedras foi de 4,70 mg/L em 07/2015 e o valor máximo de 9,17 mg/L em 03/2008 (CAESB, 2022). Observa-se que em 2015 o valor estava fora do limite estabelecido pela CONAMA nº 357/2005. Ressalta-se que em para o Córrego Currais não há dados anteriores.

O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2014). O dano mais evidente da poluição em um corpo hídrico por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microrganismos envolvidos na depuração dos esgotos (FIORESE, 2018).

No ponto C3 do córrego Currais foi onde verificou-se a maior quantidade de resíduos sólidos, assim como galhos e folhas de árvores presos nas raízes e acima do nível da margem do córrego, quando comparado aos demais pontos. Apesar dessa situação, os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram em conformidade com a Resolução nº 357/05.

A Resolução Conama nº 357/05 estabelece que a faixa ideal de pH para corpos hídricos de classe 2 é entre 6,0 e 9,0. No Córrego Currais no período da

seca o intervalo de pH identificado nos pontos analisados foi de 5,59 a 7,24, já no período da chuva este intervalo ficou entre 4,80 a 6,65. No Ribeirão das Pedras os resultados encontrados foram de 4,89 a 6,17 na estação seca e de 4,67 a 5,35 na estação chuvosa (Figura 32).

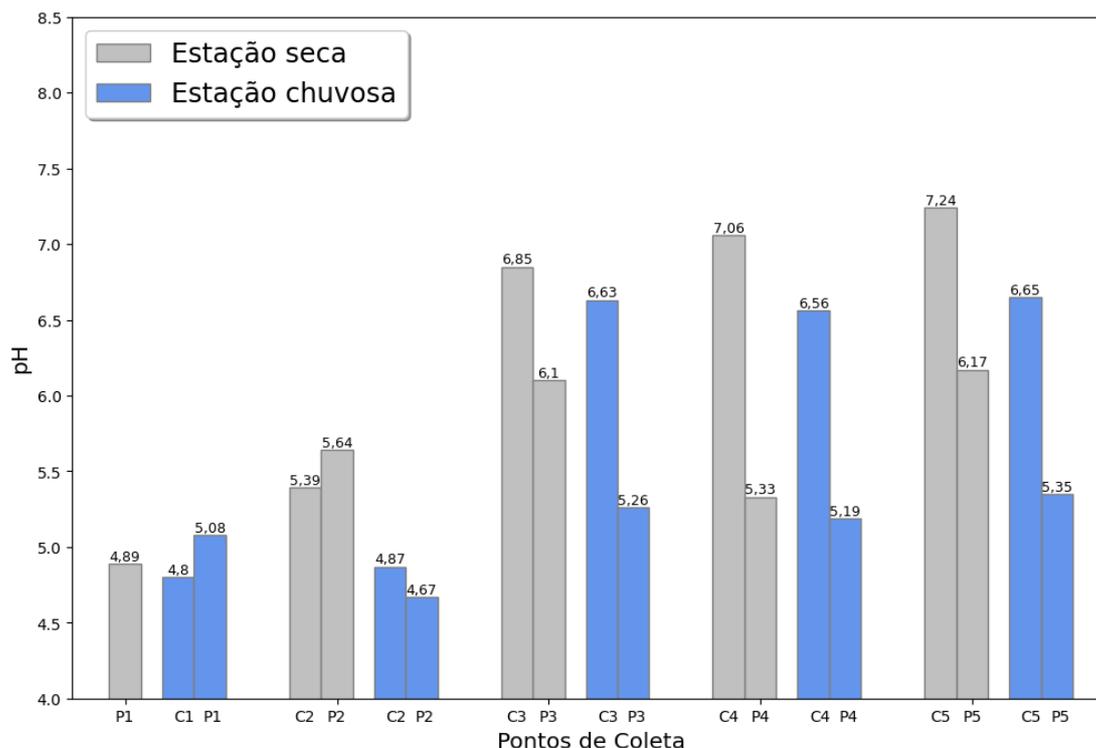


Figura 32. Variação do parâmetro potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

Observa-se que no Córrego Currais, os dois pontos de coleta, que estão inseridos completamente na área da FLONA, C1 e C2, tiveram resultados fora do padrão estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005, ou seja, $\leq 6,0$ e ≥ 9 . No C1 na estação chuvosa o resultado foi de 4,80 (destaca-se que não houve coleta no referido ponto na estação seca), e no ponto C2 os resultados para a época seca e chuvosa, respectivamente, foram de 5,64 e 4,67 (Figura 32). Os valores de pH para os demais pontos no córrego Currais estão de acordo com o estabelecido na Resolução citada acima.

Já no Ribeirão das Pedras, na época da seca, apenas os pontos P3 com pH de 6,1 e o P5 com pH de 6,17, estavam em conformidade com o estabelecido no normativo de referência (Figura 32). Nessa época, a nascente, onde está localizado o ponto P1, apresentou valor mais baixo do parâmetro pH com 4,89. O menor valor encontrado para o parâmetro pH na época da chuva foi no P2,

cujo o valor foi 4,67, e o maior valor no P5 de 5,35 (Figura 32). Na época chuvosa, o resultado da coleta em nenhum dos pontos do Ribeirão das Pedras estava dentro do padrão estabelecido pela Resolução Conama.

O valor mínimo do pH identificado na série histórica para o Ribeirão das Pedras foi de 4,8 em setembro de 2013 e o valor máximo foi de 9,1 em outubro de 2014, conforme a série histórica disponibilizada pela CAESB. Não foram disponibilizados dados anteriores para o Córrego Currais (CAESB, 2022). Destaca-se que o valor identificado em setembro de 2013 se encontrava fora do preconizado pela Resolução Conama nº 357/05. Carmo, Boaventura e Oliveira (2005) em estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Descoberto também encontraram valores de pH mais baixos do que indicado na Resolução. Neste estudo o pH variou entre 4,5 a 6,8 na época seca e 4,3 a 7,0 na época chuvosa.

Sabe-se que os valores de pH estão relacionados aos fatores naturais, desde aquelas decorrentes da variação de oxidação de matéria orgânica, dissolução de rochas, oscilações de temperatura, radiação solar, além das fontes antropogênicas pelo despejo de esgotos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2014). Nesse sentido, Lopes e Magalhães Júnior (2010) identificaram que valores baixos de pH encontrados em corpos hídricos comparados as normas vigentes, estão associados, possivelmente, à maior concentração de matéria orgânica vegetal oriunda da presença de vegetação ciliar e fragmentos florestais a montante do ponto amostral. Importante salientar que no presente estudo, em nenhum dos pontos onde o parâmetro pH foi classificado fora da faixa indicada na Resolução Conama nº 357 foram identificados lançamentos de efluentes domésticos ou industriais. No entanto, foi possível observar grande quantidade de folhas e troncos caídos nos corpos hídricos, especialmente no Córrego Currais, no qual foi identificado o odor de madeira em decomposição nos pontos C3, C4 e C5, conforme apresentado no item 4.1.1 (página 38).

Além disso, os solos predominantemente na área de estudo são do tipo hidromórficos, latossolos-vermelhos e latossolo-vermelho-amarelo (ICMBIO, 2006). Os latossolos do DF são distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 (SOUZA, 2021). Os solos hidromórficos são das classes gleissolos hápicos, gleissolos melânicos e espodossolos, podendo ocorrer nas cabeceiras e ao longo de rios córregos (EMBRAPA, 2004). Os solos gleissolos citados apresentam baixa (distróficos) fertilidade natural, podendo também apresentar

problemas com acidez (pH muito baixo) (ZARONI, 2021). Dessa forma, os corpos hídricos estudados foram classificados com o pH baixo, podendo também ser devido à influência do tipo de solo no qual estão localizados.

A Resolução Conama nº 357/05 preconiza que o limite adequado de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) nas amostras de água para corpos hídricos de classe 2 é de até 5 mg/L. Em todos os pontos analisados, nos dois períodos, tanto no Córrego Currais, quanto no Ribeirão das Pedras, os valores atenderam ao estabelecido na norma. Sendo que no Córrego Currais a variação no período da seca foi de 2,32 mg/L a 4,37 mg/L e no período chuvoso de 1,50 mg/L a 3,60 mg/L. No Ribeirão das Pedras os resultados para a estação da seca foram entre 2,53 mg/L e 3,94 mg/L e no período chuvoso entre 1,50 mg/L e 3,40 mg/L (Figura 33).

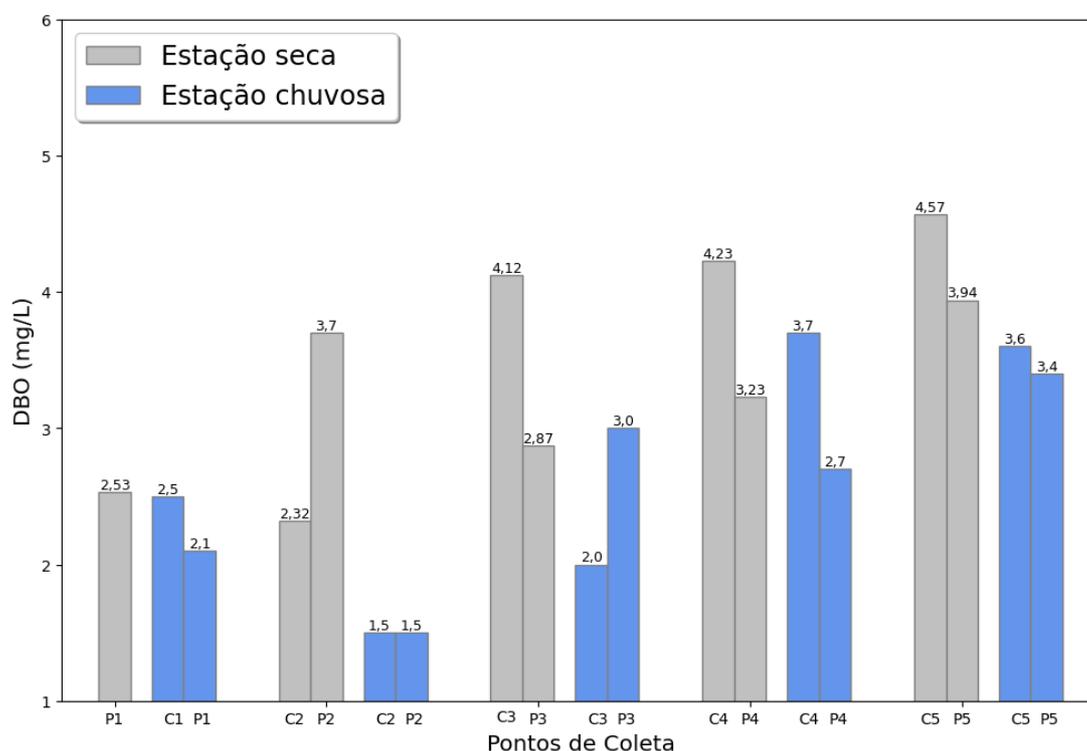


Figura 33. Variação do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

Conforme os dados disponibilizados pela CAESB, o monitoramento realizado no Ribeirão das Pedras iniciou-se em fevereiro de 2001 e encerrou-se em março do ano de 2020. Nesse período, para o parâmetro DBO, há apenas resultados de nove análises de amostras de água cujo resultados variaram entre

<1mg/L e 4mg/L (CAESB, 2022). Não há dados anteriores para o Córrego Currais.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio indica a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação de determinada quantidade de matéria orgânica carbonácea (FURTADO *et al.*, 2022). A DBO trata-se de uma medida indireta da carga orgânica de sistemas aquáticos (POERSCH *et al.*, 2021). Valores altos de DBO são geralmente associados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos e causam a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido (ANA, 2023).

Para o parâmetro Coliformes Termotolerantes a Resolução Conama nº 357 determina que o limite aceitável é até 1000 NMP/100mL. No Córrego Currais os valores para coliformes termotolerantes variaram no período da seca de 78 NMP/100mL a 2400 NMP/100mL e no período chuvoso de 20 NMP/100mL a 2400 NMP/100mL (Figura 34). Na época seca, o ponto C5 do referido corpo hídrico, chama atenção, já que alcança o maior valor, 2400 NMP/100mL, sendo o único ponto que se enquadra fora do estabelecido pela resolução. Já na estação chuvosa os resultados das amostras do Córrego Currais dos pontos C3, C4 e C5, foram respectivamente 2400 NMP/100mL, 2400 NMP/100mL e 1300 NMP/100mL, valores considerados fora do limite da Resolução Conama nº 357 (Figura 34).

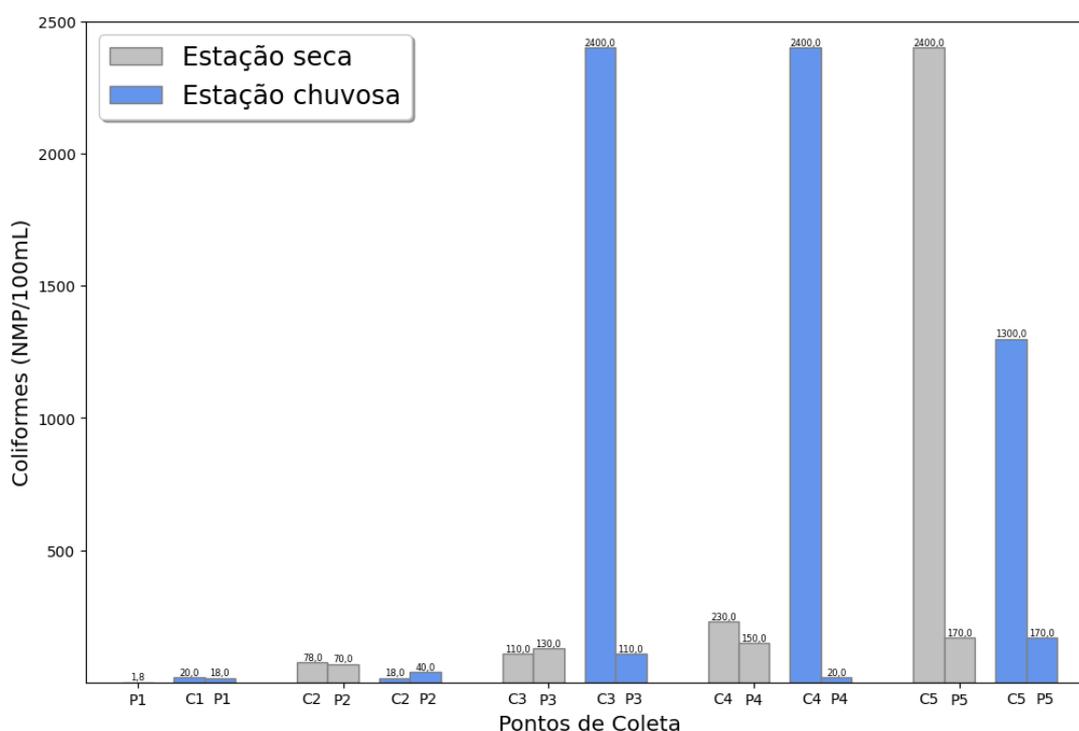


Figura 34. Variação do parâmetro Coliformes Termotolerantes nos pontos de coleta no Córrego

Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

Os pontos C3, C4 e C5 do córrego Currais não se encontram inseridos na poligonal da Floresta de Brasília e sofrem grande pressão com as ocupações irregulares próximas a sua margem, nesses locais há criação de gado e cavalo. Essas ocupações não possuem sistemas de esgotamento sanitário fornecidos pela CAESB. Um dos principais indicadores do lançamento de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento da presença de Coliformes Termotolerantes na água (CETESB, 2014). Embora não tenha sido visualizado lançamentos de esgotos no Córrego Currais, conforme o PRAVIA, há a criação de animais, como gado, cavalos e galinhas, próximos aos 3 pontos, o que pode justificar a presença de coliformes nas amostras estudadas.

Diferentemente, no Ribeirão das Pedras os resultados de análise das amostras de água para coliformes foram entre 1,8 NMP/100mL a 170 NMP/100mL na estação da seca e entre 18 NMP/100mL a 170 NMP/100mL, para o período chuvoso. Os resultados identificados estão de acordo com o estabelecido na resolução CONAM nº 357 (Figura 34).

Os resultados de análise de água mais antigas realizadas no Ribeirão das Pedras disponibilizados pela CAESB para o parâmetro coliformes termotolerantes foram no ano de 2001, e mais duas campanhas, uma em 2005 e outra em 2006. Estes resultados variaram entre 110 NMP/100mL em maio de 2005 (época seca) e 900 NMP/100mL em janeiro de 2006 (época chuvosa), valores mínimos e máximos, respectivamente. Todos os resultados se encontravam em conformidade com a Resolução Conama nº 357/05. Não há dados anteriores para o Córrego Currais.

Os resultados para o parâmetro turbidez tanto no Córrego Currais, quanto no Ribeirão das Pedras estão na figura 35 e estão de acordo com o estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005 (até 100 UNT), para os dois períodos analisados. Para este parâmetro, no Córrego Currais, os resultados variaram entre 1,09 UNT a 6,89 UNT para o período da seca, e entre 0,85 UNT a 9,15 UNT no período chuvoso. Enquanto no Ribeirão das Pedras os valores variaram entre 0,34 UNT a 3,59 UNT e entre 0,42 UNT a 6,57 UNT para o período seco e chuvoso, respectivamente (Figura 35).

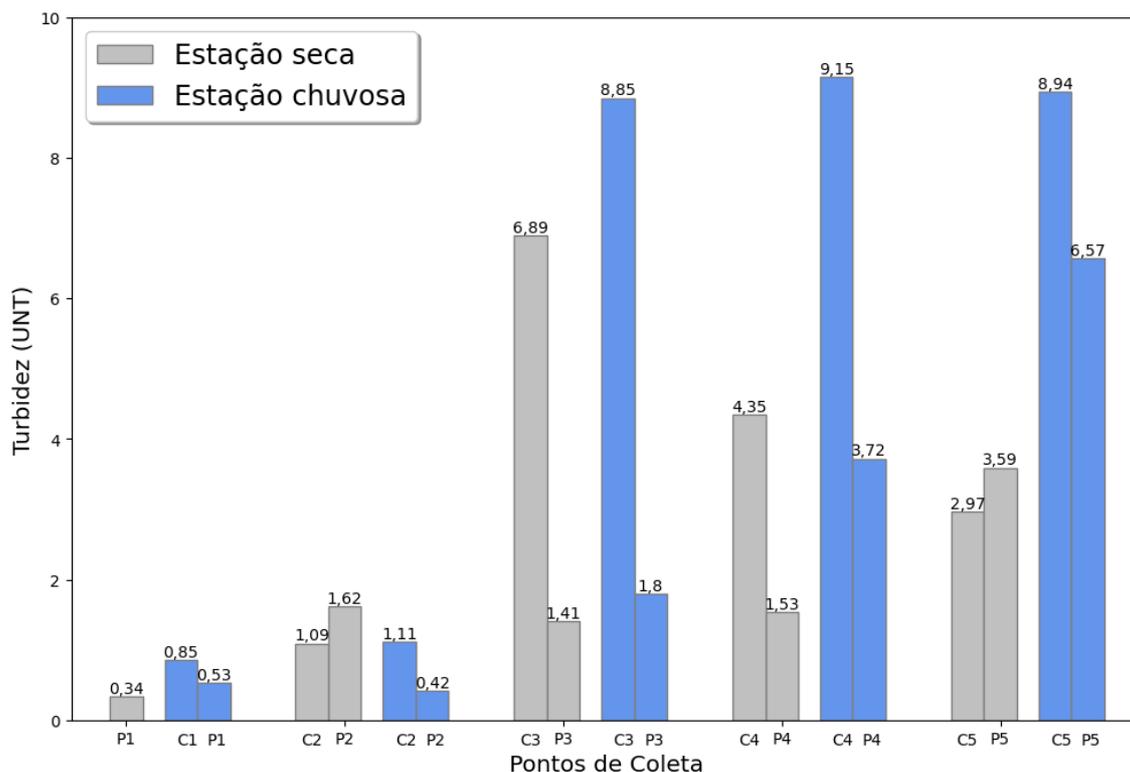


Figura 35. Variação do parâmetro turbidez nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

O valor mínimo para o parâmetro turbidez apresentado na série histórica para o Ribeirão das Pedras disponibilizado pela CAESB é de 0,2 UNT em novembro de 2016 e de 14,2 UNT em junho de 2011 (CAESB, 2022). Tanto os dados identificados nas análises realizadas neste trabalho, quanto os dados da série histórica disponibilizadas pela CAESB, estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Não há dados anteriores para o Córrego Currais.

Dentre as principais fontes naturais de turbidez tem-se a precipitação, por desagregar e carrear partículas do solo, porém, a interação da precipitação com a superfície é influenciada pela cobertura vegetal, pelas características do solo e conformação do terreno (LOCH; BRENTANO, 2020). Já as fontes antropogênicas podem ser caracterizadas pelos esgotos domésticos e diversos efluentes industriais, como exemplo a mineração (CETESB, 2017). A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas (CETESB, 2019). Nos pontos C3, C4 e C5 no Córrego Currais, foram identificados processos erosivos, conforme identificados no PRAVIA, item 4.1.1,

(página 38) e nos pontos C4 e C5, há vegetação em apenas uma das margens do corpo hídrico, esses pontos obtiveram os maiores valores para o parâmetro turbidez para o período da chuva, quando comparados aos demais pontos analisados.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (a exemplo coagulantes) sejam utilizados no tratamento de água, aumentando os custos de tratamento (ANA, 2023).

Quanto ao parâmetro resíduo total a Resolução Conama nº 357/205 preconiza o valor máximo de 500 mg/L para corpos hídricos de classe 2. Todas as amostras analisadas, tanto do Córrego Currais, quanto do Ribeirão das Pedras, para os dois períodos estudados, seca e chuva, estão em conformidade com o estabelecido na referida legislação (Figura 36).

No Córrego Currais os valores variaram entre 10,00 mg/L e 19,32 mg/L no período da seca e entre 11,00 mg/L e 28,00 mg/L no período chuvoso. Já no Ribeirão das Pedras os resultados variaram entre 1,65 mg/L a 2,32 mg/L no período da seca, e entre 2,35 mg/L a 16,00 mg/L no chuvoso (Figura 36).

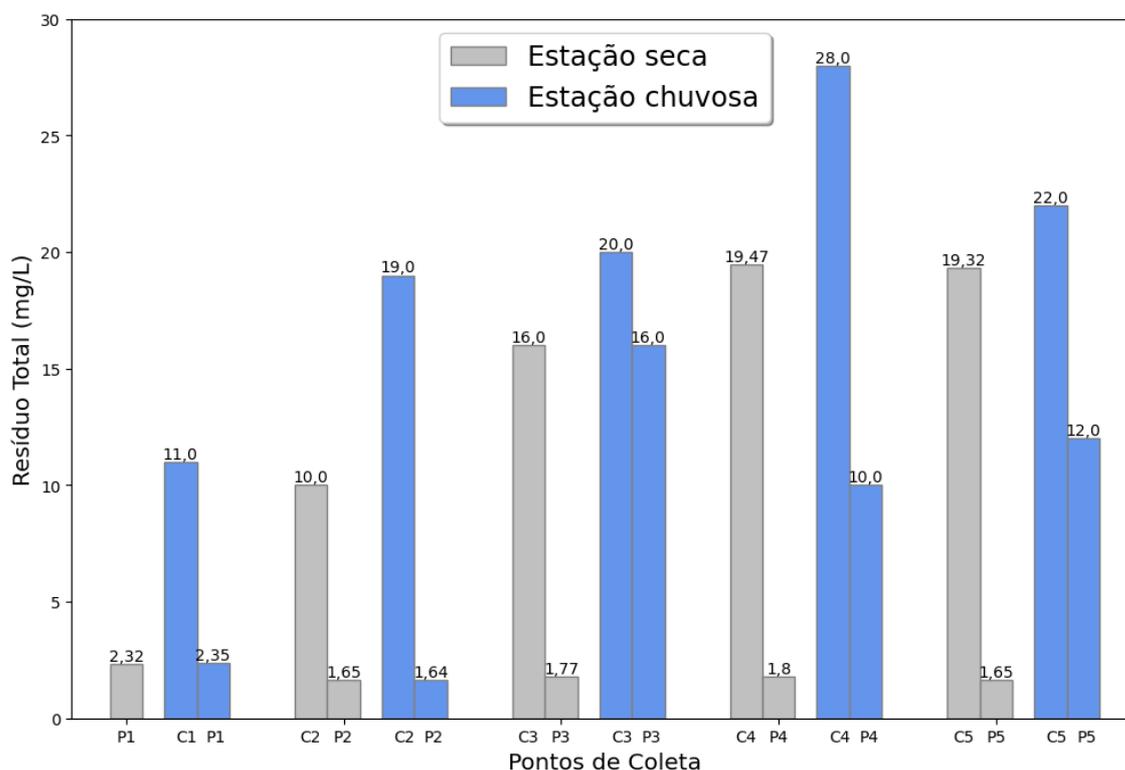


Figura 36. Variação do parâmetro resíduo total nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem

ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura (ANA, 2023). A presença de sólidos em grandes quantidades pode ser um indicador de processos erosivos, como também pode atribuir cor e sabor indesejáveis à água (SILVA, 2020).

Nos dados disponibilizados pela CAESB para o Ribeirão das Pedras há apenas 13 análises para o parâmetro resíduo total (sólidos totais), sendo o menor valor de 10 mg/L em setembro de 2019, e o maior de 126 mg/L em novembro de 2014. Embora o maior valor da série histórica se enquadre dentro do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05, que é de até 500 mg/L, este valor é 787% maior que o máximo encontrado para o maior valor identificado nas análises realizadas neste estudo para o mesmo período. Foram identificados outros valores elevados na série histórica, como 112 mg/L em julho de 2013, 84 mg/L em julho de 2018 e 78 mg/L em janeiro de 2016. Nota-se que mesmo atendendo a norma citada dois dos valores mais elevados foram identificados no mesmo mês com cinco anos de diferença. Em consulta ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), não foram registradas precipitações no mês de julho para os dois anos citados, tal fato se deve a tentativa de explicar a possível justificativa para esses valores, contudo, não foi identificada a causa plausível para esta situação.

A Resolução Conama nº 357 estabelece o limite de 0,1 mg/L para o parâmetro fósforo nos corpos hídricos enquadrados na classe 2. Todos os pontos analisados no Córrego Currais no período da seca apresentaram-se com valor abaixo do limite citado na resolução. Os resultados variaram entre 0,014 mg/L a 0,082 mg/L (Figura 37). Contudo, no período chuvoso, os pontos C3 (0,31 mg/L), C4 (0,33 mg/L) e C5 (0,34 mg/L) não estavam em conformidade com a referida Resolução. Os valores variaram entre 0,061 mg/L a 0,34 mg/L (Figura 37). Os pontos C3, C4 e C5 do córrego Currais são os mesmos que apresentaram desconformidade para o parâmetro coliformes termotolerantes (Figura 34).

Importante pontuar que os pontos referidos acima C3, C4 e C5, estão em locais impactados por serem situados próximos à região administrativa de Taguatinga e as ocupações irregulares. Assim, tal aumento na concentração de fósforo nestes pontos na época chuvosa pode ser explicado pelo fato de a chuva carrear esse elemento, uma vez que, as ocupações irregulares não possuem

sistema de esgotamento sanitário público e há a criação de animais, como gado e cavalo. Sabe-se que a principal fonte de fósforo que aparece em águas naturais é devido às descargas de esgotos sanitários, que são compostos por matéria orgânica fecal e detergentes (CETESB, 2016).

Por outro lado, no Ribeirão das Pedras, todas as análises para o parâmetro fósforo total atenderam ao estabelecido na Resolução Conama nº 357. No período da seca o valor mínimo identificado foi de 0,064 mg/L, e o valor máximo de 0,085 mg/L, enquanto no período chuvoso o mínimo foi de 0,054 mg/L e o máximo de 0,067 mg/L (Figura 37). Uma vez que o Ribeirão das Pedras se encontra inserido integralmente na poligonal da FLONA, não havendo ocupações irregulares ou lançamentos de esgotos clandestinos nas proximidades, não foi identificada alteração do parâmetro fósforo para o período chuvoso.

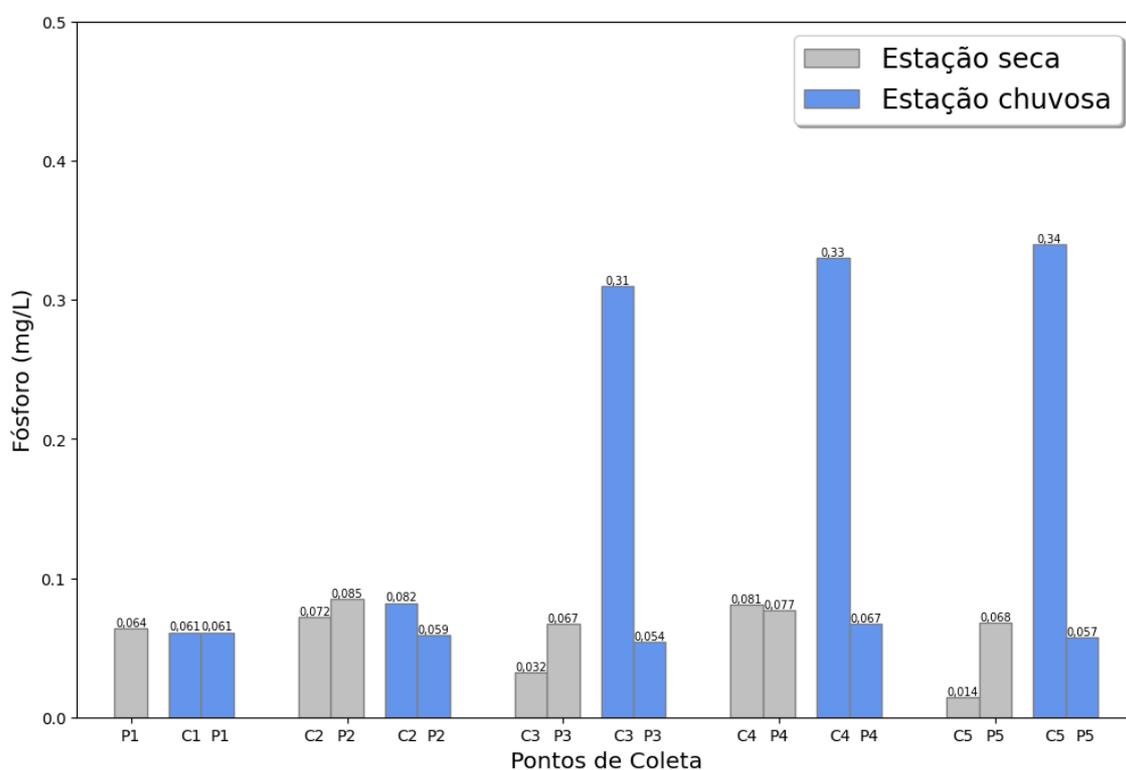


Figura 37. Variação do parâmetro fósforo nos pontos de coleta no Córrego Currais (C1, C2, C3, C4, C5) e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

O menor valor identificado na série histórica do Ribeirão das Pedras disponibilizada pela CAESB para o parâmetro fósforo total foi de 0,008 mg/L em julho de 2019 (seca) e o maior valor de 0,079 mg/L em janeiro de 2012 (chuva). Os valores encontrados na série histórica, assim como os dados identificados

neste trabalho, estão em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005. Não há dados históricos para o Córrego Currais.

De acordo com a Resolução Conama nº 357/2005 o limite estabelecido para o parâmetro nitrogênio é de 2,18 mg/L para os corpos hídricos enquadrados como classe 2. Todas as amostras analisadas para os dois corpos hídricos, nos dois períodos estudados, estão em conformidade com a resolução citada.

O nitrogênio é um nutriente envolvido em vários processos biológicos e seu lançamento em grandes quantidades, juntamente com o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (ANA, 2023).

No Córrego Currais no período da seca os valores variaram de 0,055 mg/L a 0,074 mg/L e no período chuvoso de 0,058 mg/L a 0,76 mg/L. Já no Ribeirão das Pedras os resultados para a estação seca variaram entre 0,038 mg/L e 0,059 mg/L e entre 0,046 mg/L e 0,052 mg/L no período da chuva (Figura 38).

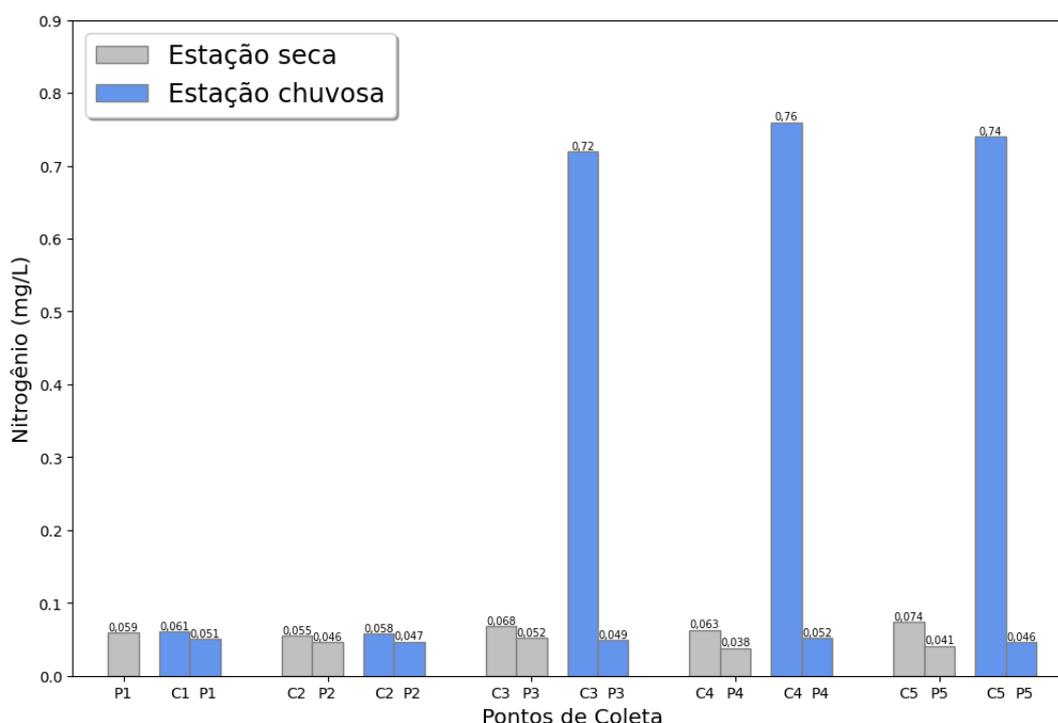


Figura 38. Variação do parâmetro nitrogênio nos pontos de coleta (C1, C2, C3, C4, C5) no Córrego Currais e Ribeirão das Pedras (P1, P2, P3, P4 e P5) no Distrito Federal, na estação seca (setembro de 2022) e chuvosa (fevereiro de 2023). Não foi possível realizar coleta de água no ponto C1 no Córrego Currais na estação seca, uma vez que a nascente estava seca. Fonte: Autora, 2023.

Conforme a série histórica do Ribeirão das Pedras para o parâmetro nitrogênio o menor valor identificado foi de 0,1 mg/L em novembro de 2009 e o

maior 1,41 mg/L em maio de 2009. Todos os resultados identificados na série histórica, quantos os resultados apresentados nesse trabalho atenderam ao preconizado pela Resolução Conama nº 357/05. Não há dados anteriores para o Córrego Currais.

Todos os resultados para o Teste da ANOVA, considerando a significância $p < 0,05$, obtiveram 0,000 para os parâmetros analisados nos dois períodos estudados, seca e chuva. Após o Teste da ANOVA foi realizado o Teste Tukey para $P < 0,05$ e os resultados são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultado do Teste de Tukey. As médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os números destacados em negrito apresentaram alta dispersão.

Parâmetros	Currais		Pedras		Currais		Pedras	
	CV(%)	CV(%)	CV(%)	CV(%)	CV(%)	CV(%)	CV(%)	
	Estação seca				Estação Chuvosa			
Temperatura (°C)	20,55d	1	20,26c	6	18,70a	7	19,98b	4
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,32c	2	8,47d	1	6,98b	4	6,89a	3
pH	5,63d	13	5,62b	10	5,90c	1	5,11a	5
DBO 5 (mg/L)	3,81d	27	3,25c	18	2,66b	37	2,54a	30
Coliforme Termotolerante (NMP/100mL)	704,50c	161	104,36b	66	1227,60d	97	71,60a	93
Turbidez (UNT)	3,82c	64	1,69a	69	5,78d	76	2,60b	99
Resíduo Total (mg/L)	16,19c	27	1,83a	15	20,00d	31	8,39b	74
Fósforo Total (mg/L)	0,049a	64	0,722c	12	0,224d	62	0,059b	8
Nitrogênio Total (mg/L)	0,065c	12	0,047a	18	0,467d	80	0,049c	5

As letras foram atribuídas de acordo com a classificação crescente apresentada pelo programa, de “a” a “d”, de forma que aos parâmetros que foram atribuídos a letra “a” apresentaram os menores resultados de média e os itens que atribuídos a letra “d” apresentaram os maiores valores de média.

Todos os parâmetros para os dois corpos hídricos e para os dois períodos analisados são estatisticamente diferentes entre si.

Os Coeficientes de Variação para os parâmetros Coliformes Termotolerantes, fósforo, nitrogênio, resíduo total e turbidez apresentaram-se como dados heterogêneos, com dispersão acima de 30.

Para o parâmetro resíduo total os coeficientes de variação se apresentaram como dados heterogêneos para as campanhas realizadas no período chuvoso para os dois corpos hídricos.

O Córrego Currais apresentou heterogeneidade de dados para o período

de seca e chuva, quanto as variáveis fósforo, DBO e nitrogênio, em função da diversidade dos resultados. Neste córrego há dois pontos (C1 e C2) que se inserem completamente na poligonal da FLONA de Brasília, entretanto os demais pontos (C3, C4 e C5) são impactados pelas ocupações irregulares e proximidade com a área urbana, conforme apresentado no item 4.1.1 (página 41).

Destaca-se que os corpos hídricos não são ambientes controlados, como um laboratório, dessa forma as amostras sofrem influência do meio em que se encontram.

4.2.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os resultados dos IQAs das amostras dos cinco pontos (C1, C2, C3, C4 e C5) localizados no Córrego Currais, para os dois períodos estudados (seca e chuva), se enquadraram na categoria “Boa”, conforme a classificação da CETESB (Tabela 4). No período da seca o ponto C3 apresentou o valor mais elevado (77), enquanto o ponto C5 o valor mais baixo (68). Já no período da chuva o melhor resultado foi no C2 (71) e o pior resultado no C4 (66) (Tabela 4).

Tabela 4. Valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) na estação seca e chuvosa, classificação da qualidade da água, e conservação dos ambientes via aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos C1, C2, C3, C4 e C5 do Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.

Córrego Currais				
Pontos	IQA Estação seca	IQA Estação chuvosa	Classificação da qualidade	Conservação PRAVIA
C1	-	69	Boa	-
C2	72	71	Boa	Natural
C3	77	67	Boa	Alterado
C4	75	66	Boa	Alterado
C5	68	69	Boa	Alterado

No ponto C3 o parâmetro coliforme foi o que mais variou, para a estação chuvosa, juntamente com mais outros dois pontos (C4 e C5), apresentaram-se fora do estabelecido pela resolução Conama nº 357/2005, conforme explicado no item 4.2 (página 66) que são os pontos impactados pelas ocupações irregulares e proximidade com a área urbana

A análise do PRAVIA no ponto C3 embora tenha apresentado grande quantidade de resíduos sólidos, além de processos erosivos no local, a presença de vegetação ripária com 15 m de largura e, ainda a presença de cerca de 150 m de Cerrado sentido restrito preservados morro acima, parece ser o que tem

contribuído para a manutenção da “boa” qualidade da água no local.

É sabido que bacias que apresentam maior cobertura vegetal e áreas ripárias protegidas apresentam melhor qualidade da água (Silva *et al.* 2018). Vieira e Silva (2022) estudaram a relação da vegetação ripária com a qualidade da água em uma bacia hidrográfica localizada no município de Três Lagoas em Minas Gerais, e concluíram que a vegetação ripária influencia diretamente a qualidade da água, uma vez que foi observado nas áreas em que a vegetação estava conservada, os melhores resultados para os parâmetros de qualidade de água, bem como a manutenção à classe de enquadramento estabelecida pela Resolução Conama nº 357/2005. A vegetação ripária pode contribuir para remoção de nitrato, fósforo, pesticidas dentre outros poluentes nos corpos hídricos (SOUZA *et al.* 2005), atuando como filtro natural ou zona tampão de entrada de nutrientes. Além disso, atua na estabilização das margens, diminuindo os processos erosivos, auxilia na recarga de aquíferos subterrâneos, além de diminuir o escoamento superficial e dificultar o carreamento de sedimentos (HINKEL, 2003).

Pinheiro (2007) e Mello (2020) identificaram que os pontos mais conservados da Mata de Galeria, classificados como “natural” de acordo com o PRAVIA, foram aqueles que apresentaram os melhores resultados para o cálculo do IQA.

O ponto C2, embora também sofra pressão pela proximidade com a área urbana de Taguatinga e pelas ocupações irregulares, localiza-se integralmente no território da FLONA de Brasília (Figura 29). Conforme apontam Zardini e Brandimarte (2015) as Unidades de Conservação exercem vários serviços ambientais, dentre eles a proteção da biota e da qualidade da água.

Nesse sentido, ao analisar a efetividade da criação de Unidades de Conservação para preservação dos recursos hídricos, Freitas Júnior (2012) identificou melhora na qualidade da água na Bacia Guariroba em Mato Grosso do Sul (MS), por meio da utilização do IQA, especialmente quanto aos parâmetros de turbidez, sólidos e DQO, uma vez que a adoção de práticas de conservação do solo melhorou a qualidade da água captada para abastecimento público. Silva *et al.* (2007) identificaram que pontos do córrego Vargem Limpa, em Bauru, São Paulo (SP), que se localizavam em Unidades de Conservação, apresentaram melhores resultados para qualidade da água do que aqueles que se encontravam fora deste local, demonstrando a importância dessas áreas para a manutenção

dos recursos hídricos. No entanto, Figueiredo *et al.* (2009) fazem uma ressalva e apontam que a criação de uma Unidade de Conservação é, por si só, insuficiente para proteção aos recursos hídricos, há a necessidade de implementação de programas e ações eficazes relacionados ao uso do solo, ocupação e qualidade da água.

As análises realizadas nos cinco pontos (P1, P2, P3, P4 e P5) no Ribeirão das Pedras, tanto no período da seca, quanto no período chuvoso, foram categorizadas como “Boa”, variando entre 69 e 76 na seca, e 67 e 73 no período chuvoso (Tabela 5).

Tabela 5. Valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) na estação seca e chuvosa, classificação da qualidade da água, e conservação dos ambientes via aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 do Ribeirão das Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.

Ribeirão das Pedras				
Pontos	IQA Estação seca	IQA Estação chuvosa	Classificação da qualidade	Conservação PRAVIA
P1	76	73	Boa	Natural
P2	72	68	Boa	Natural
P3	75	68	Boa	Natural
P4	69	72	Boa	Natural
P5	73	67	Boa	Natural

Observou-se que o IQA do ponto (P1) localizado na nascente do Ribeirão das Pedras obteve a melhor pontuação para os dois períodos estudados, 76 (seca) e 73 (chuva) (Tabela 5).

No período da seca o ponto P4 obteve o menor valor (69), já no período chuvoso o menor valor foi atribuído ao P5 (67) (Tabela 5).

Na estação seca foi verificado que o valor do IQA do ponto P4 para o P5, houve um aumento, portanto, pode-se inferir em uma melhora na qualidade da água (Tabela 5). Tal situação pode ser explicada, uma vez que o parâmetro pH no ponto P5 se enquadrou dentro do limite estabelecido pela resolução Conama nº 357, que foi de 6,17, diferentemente do P4, cujo resultado para o pH foi de 5,33. De fato, no P4 foi observado uma maior quantidade de folhas acumuladas no leito do Ribeirão, o que pode justificar o valor do pH encontrado, devido à maior quantidade de matéria orgânica em decomposição, conforme identificado no PRAVIA. O parâmetro pH possui o terceiro maior peso no cálculo do IQA.

No período chuvoso ocorreu o inverso, no ponto P4 (72) foi observado IQA

maior do que o P5 (67) (Tabela 5). O parâmetro pH estava fora do padrão em todos os pontos analisados. Porém, o P4 obteve os melhores resultados para oxigênio dissolvido (7,12 mg/L) e para coliformes (20 mg/L), quando comparados com o P5, que obteve os resultados de 6,71 mg/L para o parâmetro oxigênio dissolvido e 170 NMP/100mL. Destaca-se que o oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes possuem os maiores pesos no cálculo do IQA, que são, respectivamente, 0,17 e 0,15.

Como discutido anteriormente, no Ribeirão das Pedras todos os pontos analisados foram categorizados como “natural” de acordo com o PRAVIA, variando de 73 a 85 pontos, e foram classificados pelo IQA como “Boa”.

Nenhum dos pontos obtiveram o melhor valor para qualidade da água e o maior valor no PRAVIA, concomitantemente. O ponto P1 alcançou os melhores valores pra o IQA, tanto na seca, quanto na chuva, mas na classificação do PRAVIA obteve o terceiro melhor resultado. Tal situação se deve pela ausência de mata ripária nas proximidades da nascente do Ribeirão das Pedras, fator que atribui nota “0” para três parâmetros analisados, que se referem ao porte e presença de cobertura vegetal ou Mata de Galeria (Apêndice E).

O melhor resultado para o PRAVIA ocorreu no P4 (83 pontos), que teve o menor resultado para o IQA no período da seca (64) e o segundo melhor resultado para a estação chuvosa (72). O P4 apresentou alteração para o parâmetro pH nos dois períodos analisado. O pH possui o terceiro maior peso no cálculo do IQA.

No ponto P3 do Ribeirão das Pedras foi encontrado o menor resultado do PRAVIA (73 pontos) juntamente com o P1, e o segundo melhor índice quanto à análise do IQA (75) no período da seca e o segundo pior resultado na época da chuva (68). Tal fato ocorreu devido o menor valor identificado para Oxigênio Dissolvido no Ribeirão das Pedras na época da chuva, 6,58mg/L ter sido identificado no P3. O parâmetro OD possui o maior peso no cálculo do IQA.

Conforme resultado do PRAVIA o Córrego Currais apresentou-se com três pontos classificados como “alterados”, e esses pontos obtiveram os menores resultados para o IQA no período da seca, sendo que o P5 foi considerado o ponto menos conservado.

Embora o Ribeirão das Pedras tenha apresentado os melhores resultados quanto a conservação e a qualidade da água do que o Córrego Currais, ambos

representam pequenas captações no DF e não estão atualmente em operação, contudo sua manutenção necessita de cuidados por estarem situadas em bacias produtoras de água importantes ao abastecimento público e ao mesmo tempo fortemente pressionadas pela ocupação urbana do DF, entre outras formas de degradação (CAESB, 2021).

4.3 AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A avaliação da evolução do uso e ocupação do solo teve por objetivo entender a dinâmica de alteração do uso do solo na APMs Currais e Pedras. Nesse sentido, foi possível verificar que houve pouca alteração no uso e ocupação do solo na referida área (Figura 39 e 40).

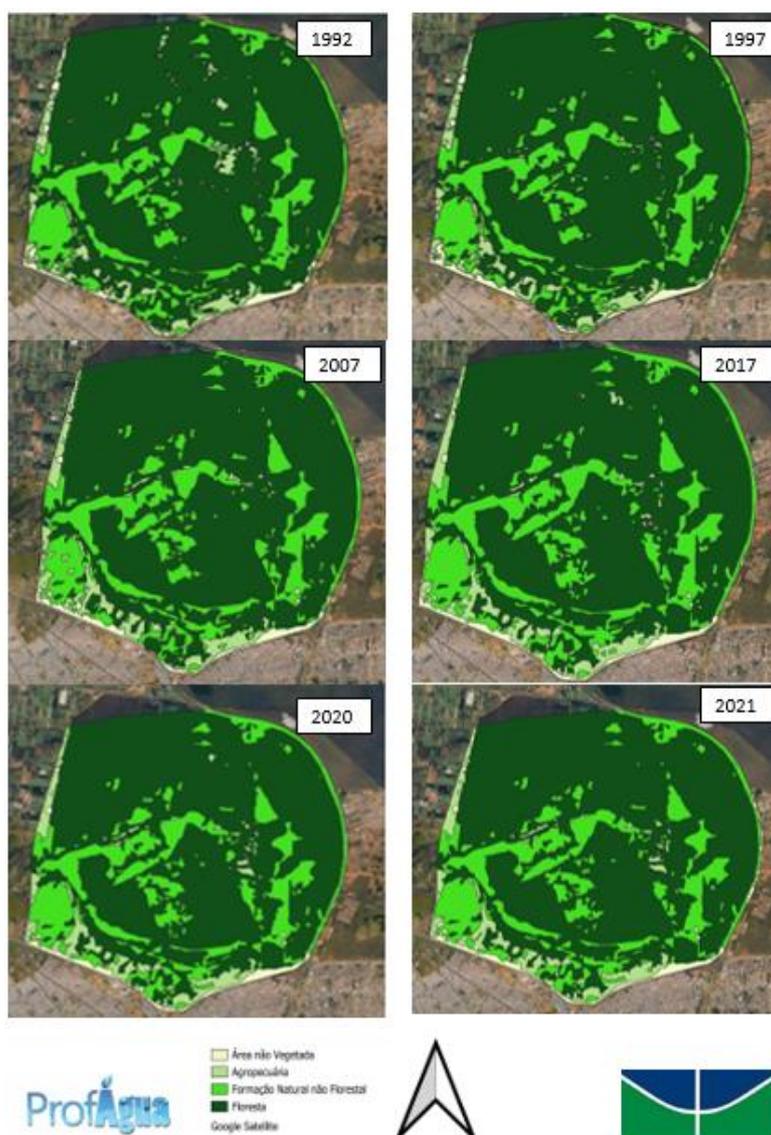


Figura 39. Evolução do uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.

Em 1992, cinco anos antes da publicação do decreto que instituiu as APMs, o percentual das classes identificadas foram: 71% de Floresta, 22% Formação natural não florestal, 5% de Agropecuária e 2% de Área não vegetada (Figura 40). Já em 1997, logo após a criação das APMs, os percentuais de Floresta e Área não vegetada se mantiveram, a área de Formação natural não florestal aumentou 1% e a categoria denominada como Agropecuária diminuiu 1% (Figura 40).

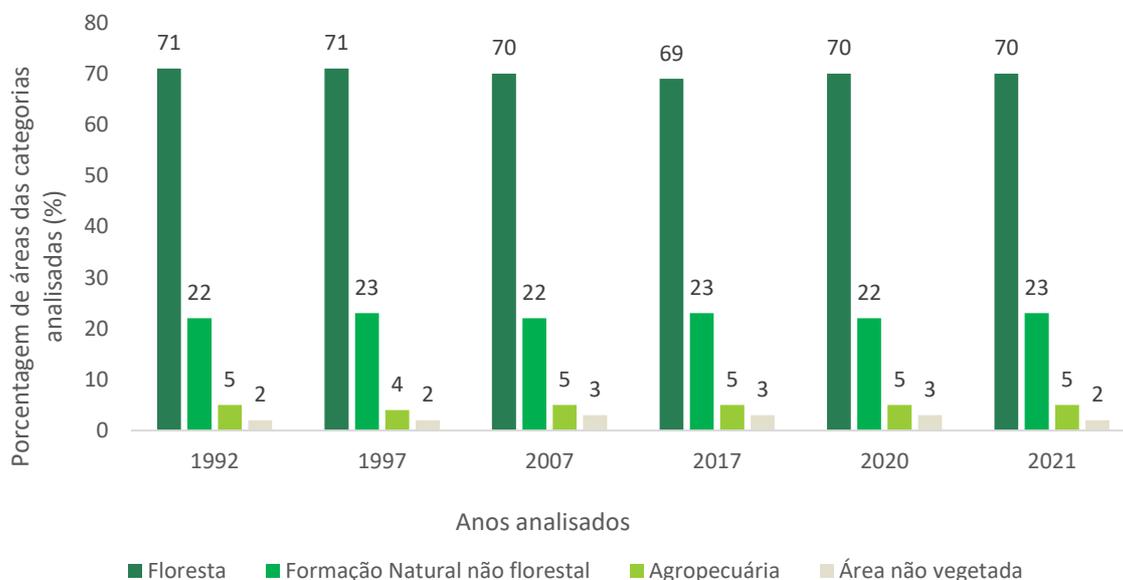


Figura 40. Comparativo das alterações do uso e ocupação do solo entre os anos de 1992 e 2021 nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.

Entre os anos de 1997 e 2007, 10 anos após a criação das APMs, as classes de Floresta e Formação natural não florestal diminuíram 1% cada, já as categorias Agropecuária e Área não vegetada aumentaram 1% cada (Figura 40).

Considerando o intervalo de 20 anos a partir da criação das APMs, 1997 e 2017, foi possível verificar que a classe Floresta diminuiu 2%, a categoria de Formação natural não florestal manteve, e as área destinadas à Agropecuária e não vegetadas aumentaram 1% cada (Figura 40).

Ao analisar a evolução do uso e ocupação do solo a partir da criação das APMs e o (o último ano selecionado para este estudo), comparando os anos de 1997, e 2021, foi possível visualizar que as classes de Formação natural não florestal e Área não vegetada retornaram aos valores identificados inicialmente, já a área de Floresta diminuiu 1% e a categoria Agropecuária aumentou 1 (Figura 40). Souza (2022) ao estudar as ilhas de calor na FLONA de Brasília entre os anos de 2013 a 2021, também identificou pouca variação nas classes de uso e

ocupação do solo entre os anos estudados, especialmente para a categoria Floresta.

Abaixo, destaca-se a figura 41, referente ao uso e ocupação do solo da área de estudo no ano de 2022. Conforme apontado no item 3. Material e Método (página 28) esta imagem teve de ser analisada separadamente uma vez que a resolução espacial utilizada foi de 10 m, diferente dos demais anos, em que a resolução foi de 30 m. Portanto, na figura 42, observa-se que 74,64% das APMs são cobertas por Formação florestal, 13,85% por Formação natural não florestal, 8,75% de Agropecuária e 2,64% de Áreas não vegetadas.

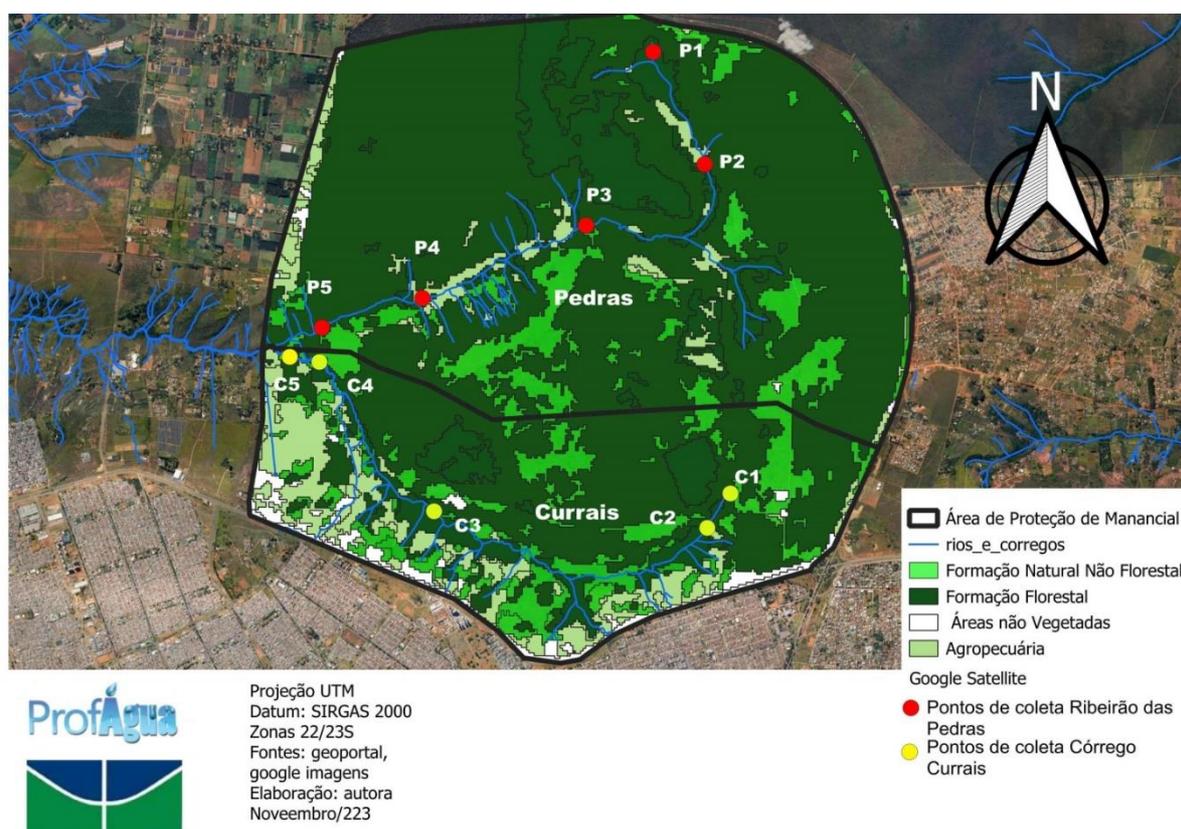


Figura 41. Uso e Ocupação do solo nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal no ano de 2022

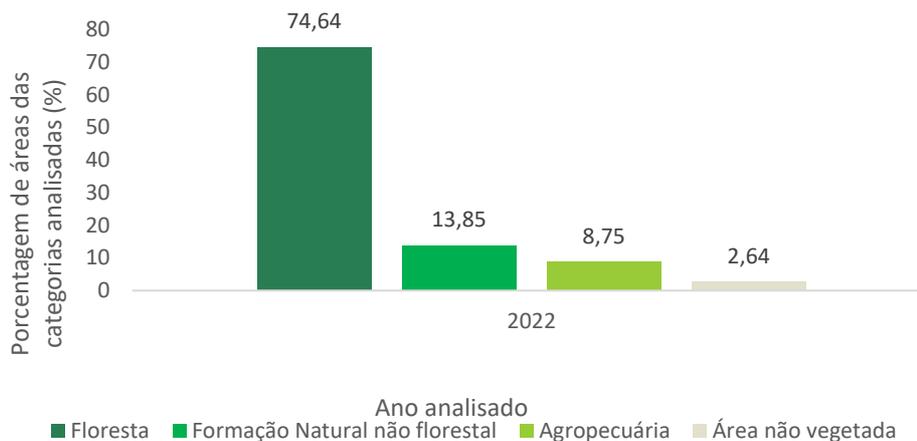


Figura 42. Comparativo das alterações do uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal para o ano de 2022. Fonte: Autora, 2023.

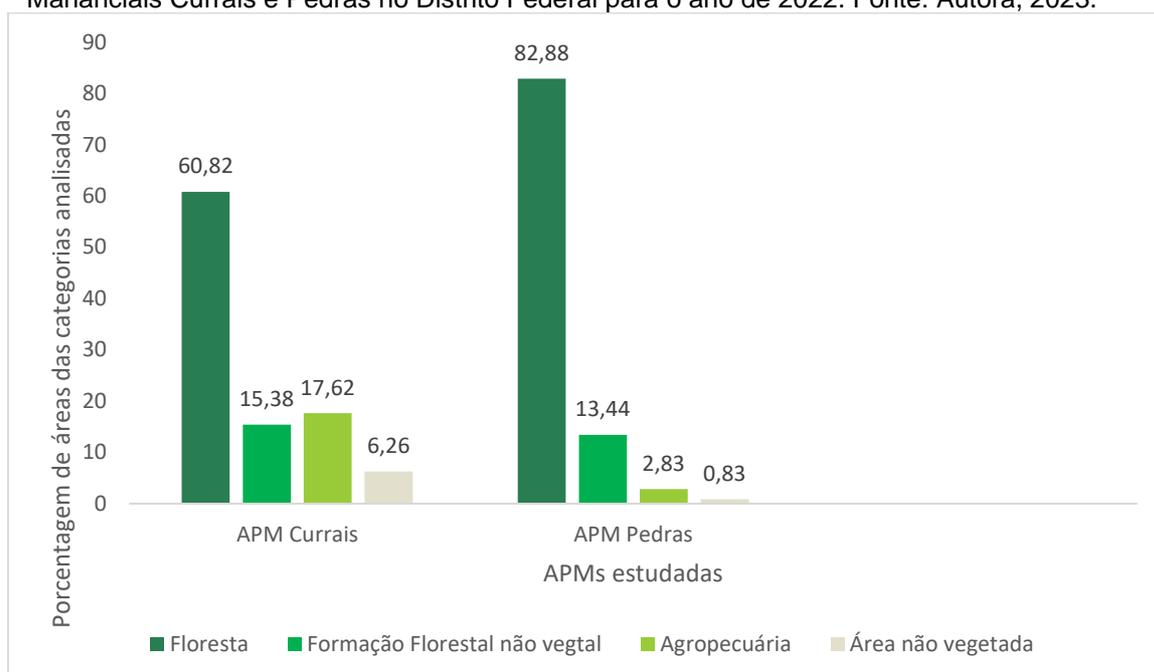


Figura 43. Comparativo das categorias do uso e ocupação do solo entre as Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal para o ano de 2022. Fonte: Autora, 2023.

Destaca-se que a resolução espacial está relacionada com a capacidade de cada sensor em detectar os objetos da superfície terrestre. Desta forma, quanto melhor a resolução espacial, menor o objeto distinguível pelo sensor. A resolução espacial mede a menor separação angular ou linear entre dois objetos. Se a resolução é de 30 m, implica que objetos distanciados entre si a menos que 30 m, em geral não serão discriminados, não será possível ser visualizado pelo sistema (INPE, 2023). Dessa forma a resolução de 10 m apresenta um maior detalhamento de informações geoespaciais.

A categoria Formação natural não florestal localizada no Córrego Currais próximo ao ponto C1 e entre o C2 e o C3 (Figura 41) se refere a Campos de Murunduns. Esta fitofisionomia é localizada em área plana, inundável no período

das chuvas, caracterizada pela presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno conhecidas como “murundus” ou “monchões” (RIBEIRO; WALTER, 2008). Essas áreas são classificadas como Área de Preservação Permanente conforme a Lei Distrital nº 6.520/2020

Foram identificadas porções da categoria “Agropecuária” em áreas prioritariamente classificadas como Formação florestal, no Ribeirão das Pedras, entre os Pontos P1 e P2 e entre o P3 e o P4, esses locais se apresentam cobertos por samambaias (Figura 41). Essas samambaias são pertencentes ao gênero *Pteridium*, são altamente invasoras devido à sua resistência natural a condições ambientais adversas (Hojo-Souza; Carneiro; Santos, 2010). Além disso, formam cobertura densa sobre áreas desmatadas, tornando o ambiente altamente inflamável, sendo assim um desafio para a restauração de áreas degradadas (ICMBIO, 2022). A FLONA de Brasília devido a sua proximidade com centros urbanos e áreas rurais, a dispersão de plantas ruderais, como é o caso da samambaia, se dá de forma facilitada promovendo eventos de instalação de espécies invasoras (ICMBIO, 2016).



Figura 44. Cobertura de samambaias (destaque em amarelo) próxima à Mata de Galeria entre os Pontos 3 e 4 no Ribeirão das Pedras no Distrito Federal.

Interessante pontuar, que na APM Currais as áreas que se apresentaram mais antropizadas, agricultura e outras áreas não vegetadas, quanto ao uso e ocupação do solo, também apresentaram menores valores de IQA para o período da chuva e os menores resultados conforme o PRAVIA, que são os pontos 3, 4 e 5.

A APM Pedras se apresenta menos antropizada quando comparada a

APM Currais. A área a noroeste da APM Pedras que foi classificada com Agropecuária e Áreas não vegetadas se referem a parcelamentos de solos irregulares (Figura 43). A APM Pedras por ser uma área mais conservada não foi possível associar uma perda da qualidade ambiental ao uso do solo. Nessa APM o ponto P3 apresentou o pior resultado para o PRAVIA, mas obteve o segundo melhor resultado para o IQA na seca. Já o P1 alcançou o melhor resultado para o IQA na época seca e na época chuvosa, mas não alcançou o melhor resultado no PRAVIA, sua classificação foi de 73 pontos, o segundo menor valor identificado na APM Pedras.

As APMs Currais e Pedras estão inseridas total ou parcialmente na poligonal da FLONA de Brasília, que é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável. Embora não haja restrições específicas no plano de manejo da FLONA e nem na Lei nº 9.985/2000 para a referida categoria, o fato das APMs de estarem inseridas em uma Unidade de Conservação há a impressão de que esses territórios estão protegidos. Entretanto, ao avaliar a evolução do uso e ocupação do solo entre os anos de 1997 e 2021 verificou-se que praticamente não houve alteração positiva ou negativa nas categorias de uso do solo, não sendo possível então perceber a efetividade da criação das APMs, quanto a proteção dos recursos hídricos, quanto as alterações do uso e ocupação do solo.

4.3.1 Quanto ao atendimento as diretrizes do Plano de Diretor Ordenamento Territorial (PDOT) do Distrito Federal

Com o intuito de avaliar o cumprimento das diretrizes estabelecidas no PDOT e entender a como é realizada a gestão, fiscalização e monitoramento das APMs Currais e Pedras, vários órgãos foram instados a se manifestar sobre possíveis projetos executados ou em planejamento nesses territórios. Os questionamentos foram direcionados à TERRACAP, CAESB, IBRAM, SEMA, SEDUH, SEAGRI, ICMBIO, ADASA e NOVACAP. Todos os questionamentos foram realizados via ouvidoria, peticionamento específico do órgão e Lei de acesso à informação. Dessa forma foi questionado se já houve ou há algum projeto, estudo ou programa nas APMs Currais e Pedras.

Inicialmente a maioria dos órgãos, incluindo a SEDUH que é uma das gestoras das APMs, informou que, como as APMs estão inseridas na poligonal da FLONA de Brasília, a consulta deveria ser direcionada ao ICMBIO ou ao

IBRAM, por ser o órgão de meio ambiente do DF. Então, as solicitações foram reiteradas e esclarecida que todos os órgãos estavam sendo consultados por fazerem parte da gestão de recursos hídricos do Distrito Federal, mesmo que de forma indireta.

Assim, como resposta às novas solicitações têm-se as informações a seguir:

- TERRACAP - informou que não havia no momento (08/2023) nenhum projeto ou estudo que estivesse sendo realizado pela gerência de meio ambiente na área em questão.
- ADASA - respondeu que a gestão das APMs não faz parte do escopo de competências da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), recomendando que a solicitação fosse direcionada à SEMA e que, para informações sobre a Bacia Hidrográfica do Descoberto, deveria ser consultado o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Distritais do Rio Paranaíba (PRH - Paranaíba/DF).
- SEAGRI - informou que realiza reabilitação ambiental das propriedades rurais do DF - Programa REFLORESTAR, conforme as diretrizes instituídas pela Lei nº 4.734/2011. Dessa forma, são produzidas e fornecidas mudas de espécies nativas do bioma Cerrado para o plantio em áreas de Reserva Legal (RL) e APP degradadas em propriedades rurais, com o objetivo de conservação do solo e dos recursos hídricos da região. O fornecimento das mudas ocorre mediante solicitação do produtor rural interessado, com realização de prévia visita técnica e projeto técnico pela SEAGRI ou EMATER, definindo o quantitativo e as espécies adequadas à área, devendo o plantio ser realizado pelo produtor. Ainda, são executados convênios e projetos com órgãos e entidades visando a recomposição da vegetação nativa de áreas específicas, sendo a Bacia do Descoberto objeto de grande parte dessas ações pela sua relevância na segurança hídrica da população. No entanto, atualmente (no ano de 2022) informou que não havia projeto em execução ou proposto para as APMs dos Currais e Pedras localizadas na FLONA de Brasília. Foi informado também que a SEAGRI não tem como atribuição a fiscalização de caráter ambiental.
- IBRAM - foram apresentadas duas respostas ao questionamento - uma da Diretoria de Conservação e Recursos Hídricos (DICON) que informou

que atualmente (agosto de 2023) não havia estudos ou projetos encerrados ou em andamento que envolviam o Córrego Currais e Ribeirão das Pedras. A outra resposta foi oriunda do setor de fiscalização que respondeu que há estudos visando a retirada das ocupações irregulares e que rotineiramente há ações de fiscalização especialmente quantos aos recursos faunísticos e florísticos, uso e ocupação do solo e quanto a atividades licenciáveis (agroindústria, avicultura).

- CAESB (antiga gestora das APM) – foram feitos questionamentos em 2021 e 2022. Em 2021 foi informado, que o Córrego Currais e o Ribeirão das Pedras constam como mananciais para o abastecimento público e possuem captações que levam os mesmos nomes. Estas captações, contudo, encontram-se temporariamente desativadas por problemas de qualidade da água. Foi destacado que a situação "desativada" não significa a desconstituição das mesmas. Foi esclarecido também que, conforme o Plano Distrital de Saneamento Básico do Distrito Federal (PDSB-DF/2017), no prazo de 20 anos, não há previsões de desativação definidas para essas captações. Acrescentaram ainda, que o Plano Diretor de Água e Esgoto da CAESB - (PDAE/2019) corrobora com PDSB e estabelece o seguinte sobre as captações que estão temporariamente desativadas, nestes termos: "As unidades de pequenas captações que estão desativadas ou que venham a ser, deverão ter suas bacias mantidas como Áreas de Proteção de Manancial – APM, a fim de comporem também uma reserva técnica para períodos críticos de estiagem, preservando ainda as áreas permeáveis para que haja recarga dos aquíferos, o que afeta diretamente na quantidade de água disponível no DF." Dessa forma, asseguradas pelo PDOT, PDSB e PDAE, apesar das Currais e Pedras estarem desativadas, não há previsão de descomissionamento pelo menos para os próximos 20 anos. Ademais, a CAESB ainda mantém os pontos de amostragem hidrológica nestas captações e funcionam, apesar de desativadas, como unidades operacionais de monitoramento dos recursos hídricos pois medições de vazões e análises de qualidade da água são realizados nestes locais. Em 2022 em nova consulta realizada à CAESB, referente à disponibilidade dos dados qualitativos do Córrego Currais e Ribeirão das Pedras, foi informado que o monitoramento do Córrego Currais foi

realizado apenas entre os anos de 1991 e 1994 e que, os dados disponibilizados sobre o Ribeirão Currais constavam de 03/2001 até março/2020. Informações que contrariam àquela concedida também pela CAESB de que mesmo desativadas é realizado o monitoramento nos corpos hídricos dos Currais e das Pedras.

Destaca-se que até o ano de 2022 ainda não havia nenhuma forma oficial de parceria ou convênio entre o governo distrital e federal para monitoramento e fiscalização desses territórios. As ações são planejadas conjuntamente em função de denúncias, atividades de rotina ou motivados por órgãos de controle.

A preocupação em esclarecer que as APMs não serão destituídas e que é necessário o monitoramento e preservação contínuos desses territórios é resultado da forte pressão por ocupação dessas áreas ao longo dos anos.

Sobre essa questão o Plano Diretor de Águas e Esgoto do Distrito Federal ressalta que:

“Caso essas pequenas captações voltem a operar, a proteção das áreas a montante de cada uma delas (APMs) se tornará ainda mais necessária (apesar da Caesb, atualmente, continuar a fazer o monitoramento destas áreas, mesmo sem estarem em operação). Isto porque, com o passar do tempo, pode haver realocação de recursos e o monitoramento destas áreas ser preterido. A importância da preservação das APMs, além da qualidade da água a ser captada, é a preservação de áreas permeáveis para que haja recarga dos aquíferos, o que afeta diretamente na quantidade de água disponível no DF. Desta forma, demonstra-se a importância da reativação destas captações de pequeno porte, tanto do ponto de vista da quantidade de água captada, quanto do ponto de vista de preservação destas áreas. Com relação às captações Pedras, Currais, a manutenção destas unidades inspira cuidados por situarem em bacias produtoras de água importantes ao abastecimento público e ao mesmo tempo fortemente pressionada pela ocupação urbana do DF, entre outras formas de degradação (CAESB, 2019, p. 174)”.

- NOVACAP – foi informado que havia necessidade de coleta das informações solicitadas junto a unidade responsável. Então o questionamento foi reiterado, tendo como anexo um mapa do Sistema Distrital de Informações Ambientais (SISDIA), no qual constavam a presença de três pontos de lançamentos no Córrego Currais. Ao consultar a tabela de atributos do dado geoespacial havia informação de que o responsável pelo dado é a NOVACAP. Portanto entende-se que os três lançamentos se referem à drenagem pluvial. Passados três meses do envio do novo questionamento,

até o dia 01 de novembro de 2023, a NOVACAP não havia se manifestado. Na figura 43 são apresentados os pontos de lançamentos existentes no Córrego Currais, segundo informações do SISDIA. Destaca-se que um dos lançamentos é muito próximo ao ponto P3, que é o local onde há um grande acúmulo de resíduos sólido, conforme apontado pelo PRAVIA.

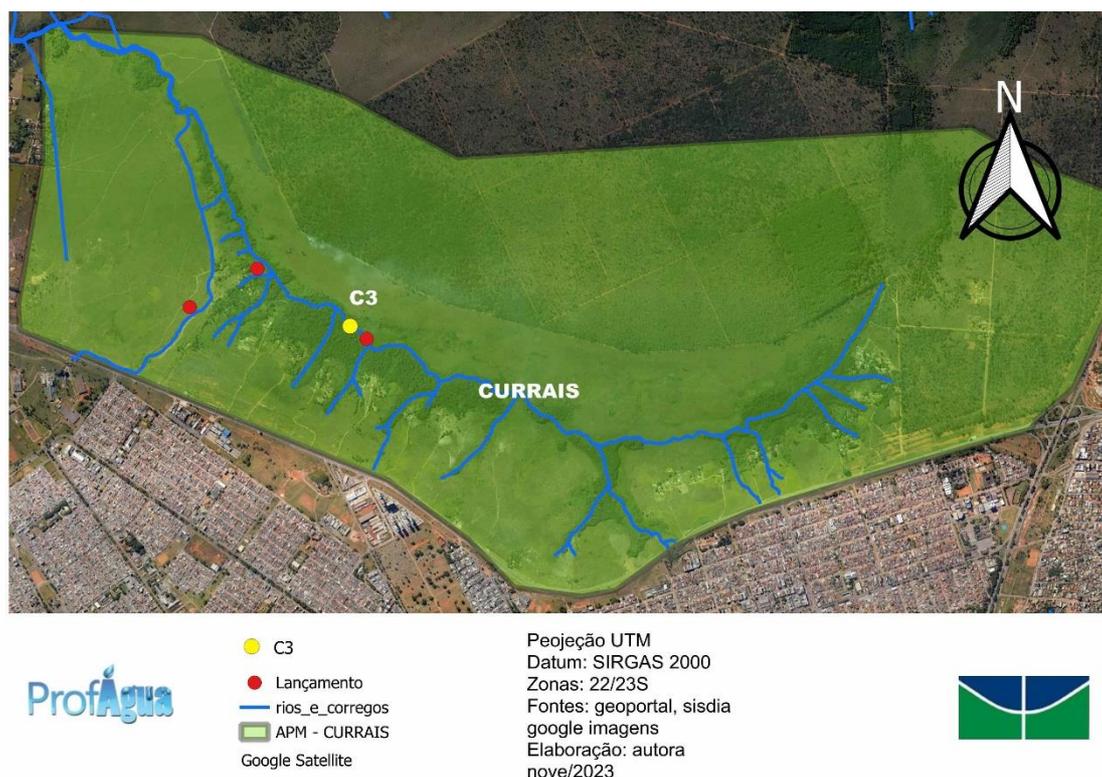


Figura 45. Pontos de lançamento de drenagem no Córrego Currais no Distrito Federal. Fonte: Autora, 2023.

- SEDUH - embora esta seja um dos membros do Comitê de Gestão e Monitoramento de APMs, a secretaria informou que qualquer pedido de informação sobre APMs fosse direcionado à Secretaria Executiva detentora de todas as documentações, que é a SEMA/DF.
- SEMA - esta secretaria é uma das gestoras do Comitê de Gestão e Monitoramento de APMs e, assim, foi informado que há dificuldade na gestão dessas áreas, visto que elas são áreas protegidas, mas não tem o *status* de Unidades de Conservação. Dessa forma, atividades humanas são permitidas em seus limites, desde que não interfiram na qualidade da água disponível para abastecimento humano.

Sabe-se que as APMs Currais e Pedras são prejudicadas pela sua proximidade com a cidade de Taguatinga, além de ser margeada pela BR-070, circunstâncias essas que facilitam ocupações irregulares. A maioria das

ocupações está sobre a fitofisionomia de Campos de Murundus.

Sobre as ocupações a Lei Complementar 569/2002 criou o Núcleo Rural Córrego Currais, abrangendo as ocupações já existentes no local, vedando o parcelamento e a expansão das áreas. Porém, essa Lei foi alvo da Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 20508 de 19/02/2010, julgada procedente, e, portanto, considerada inconstitucional. Uma vez que a lei não está mais em vigor, a presença desses ocupantes na área é ilegal, e somando-se os passivos ambientais praticados, é emergencial uma ação de desocupação.

A Informação Técnica n.º 6/2022 - SEMA/GAB/SECEX/ASBIO informou que diante das tratativas de se resolver a questão da ocupação no Córrego, atualmente, do ponto de vista político estratégico, não há pretensão por parte de nenhum órgão de promover a regularização fundiária do local e que, do ponto de vista ambiental, a regularização se torna inviável considerando que a área apresenta atributos extremamente relevantes para proteção e conservação dos recursos naturais, principalmente para a quantidade e qualidade de água e apresenta área extensa de proteção permanente conforme Lei Federal nº 12.651/2012 e Lei Distrital nº 6.364/2019.

- ICMBIO - gestor da FLONA de Brasília, informou, em março de 2022, que em parceria com o Centro do Cerrado e com o Centro de Biodiversidade do Cerrado que o Plano de Restauração da FLONA seria realizado na área. Apesar deste documento ter sido apreciado e aprovado pela presidência do ICMBIO, não era passível de divulgação. Assim, em julho de 2022 foi publicado o Plano de Restauração Ecológica e Controle de Espécies Exóticas Invasoras na FLONA. Como a nova poligonal da FLONA de Brasília foi publicada em setembro de 2022, o plano de restauração foi feito considerando a poligonal antiga. Quanto à fiscalização das APM o ICMBIO informou que realiza monitoramento e ações de rotina nas áreas mencionadas, coibindo uma série de infrações ambientais mediante denúncias e constatações em campo, e impondo as devidas sanções com base no Decreto Federal 6.514/2008. Considerando a sensibilidade das informações referentes às ações fiscais, a divulgação da periodicidade das ações de fiscalização pode prejudicar os trabalhos. Foi informado que nos exercícios de 2021 e 2022 foram realizadas seis ações fiscalizatórias em cada ano. Cada ação por sua vez contempla o intervalo de dois meses,

período no qual são realizadas ações semanais de monitoramento das áreas. No entanto, as operações dependem da disponibilidade de efetivo de fiscais da FLONA e apoio de outras instituições. Foi informado ainda, que neste mesmo período (2021-2022), foram realizadas outras duas operações específicas para atendimento de denúncias, (uma 2021 e outra em 2022). Em decorrência das ações foram emitidas aproximadamente 57 notificações e autuações diversas com as devidas imposições de multas, embargos, indicação de demolição dentre outras legalmente previstas no Decreto Federal 6.514/2008. As autuações foram realizadas no perímetro interno da FLONA e APA Bacia do Rio Descoberto. Todas as autuações são obrigatoriamente comunicadas ao Ministério Público para que haja uma avaliação sobre a possível incidência de Crime Ambiental e eventual instauração de Ação Civil Pública.

No quadro 9 são apresentadas as diretrizes do Plano Diretor Territorial de Ordenamento (PDOT) e a análise do cumprimento das diretrizes daquelas que visam a conservação e proteção das APMs Currais e Pedras.

Quadro 9. Análise do cumprimento do artigo nº 97 do Plano Diretor Territorial de Ordenamento (PDOT) sobre a conservação e proteção das Áreas de Proteção de Mananciais Currais e Pedras no Distrito Federal.

Diretrizes do PDOT	Análise
I - Manter preservadas as áreas com remanescentes de vegetação nativa, admitida a supressão mediante estudo prévio a ser avaliado pelo órgão gestor;	Cumprido. Conforme a análise do uso e ocupação do solo para o ano de 2022 foi verificado que os remanescentes de vegetação nativa têm sido mantidos e nem o IBRAM, nem o ICMBIO informaram sobre solicitações de supressão de vegetação nas APMs. Contudo, destaca-se que nas informações apresentadas pelo IBRAM algumas ações fiscais foram realizadas na área quanto aos recursos florísticos.
II - Recuperar, prioritariamente, as áreas degradadas localizadas em Áreas de Preservação Permanente e em áreas destinadas à Reserva Legal.	Cumprido. O plano de Restauração da Flona estabeleceu as áreas prioritárias (Figura 44) e a maior área a ser restaurada está inserida em APP.
III - Incentivar a implantação de sistemas agroflorestais e a	Cumprido. De acordo com o Plano de restauração da FLONA as ameaças

<p>ampliação da área de vegetação nativa, cujo manejo favoreça a conservação do solo e a proteção dos corpos hídricos</p>	<p>consideradas são as espécies exóticas invasoras e que estão sendo manejadas. Espécies florestais - <i>Eucalyptus grandis</i> (eucalipto), <i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (pinus), <i>Pinus oocarpa</i> (pinus) e <i>Syzygium cumini</i> (jambolão). As Cinco espécies de gramíneas e herbáceas invasoras: <i>Agave americana</i> L. (agave/piteira); <i>Bidens pilosa</i> L. (picão/picão-preto); <i>Digitaria violascens</i> (grama-azul); <i>Melinis minutiflora</i> (capim gordura/capim-melado); <i>Urochloa decumbens</i> (braquiária/capim-braquiária), além da <i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon (samambaia), não considerada exótica, mas que traz desafios à restauração. Embora pinus e eucaliptos tenham sido utilizados no projeto de reflorestamento na década de 80, hoje essas espécies tem invadido as áreas de Cerrado e impactado a biodiversidade.</p>
<p>VI - Proibir o lançamento de sistemas de drenagem de águas pluviais a montante do ponto de captação de água do manancial, à exceção das APMs do São Bartolomeu e do Engenho das Lages;</p>	<p>Não cumprido. Embora a NOVACAP não tenha respondido à solicitação, em consulta ao SISDIA foi possível verificar a presença de lançamentos de drenagem no Córrego Currais. Entretanto, cabe destacar que esse sistema de drenagem atende a Região administrativa de Taguatinga que foi criada em 1958 e reconhecida oficialmente em 1970, então, pode-se inferir que o sistema existia antes da criação da APMs ou da FLONA.</p>
<p>X - Proibir a exploração de minerais</p>	<p>Cumprido. Não foram identificados exploração de minerais na área das APMs, considerando as figuras de uso e ocupação do solo e as ações fiscais do ICMBIO e do IBRAM.</p>
<p>XI - Proibir, nos corpos hídricos, práticas potencialmente poluidoras ou geradoras de risco à captação</p>	<p>Parcialmente Cumprido. No Ribeirão das Pedras não foram verificadas práticas poluidoras considerando as visitas realizadas na área, a análise geoespacial e a consulta aos órgãos responsáveis. Contudo, no Córrego Currais, há as</p>

ocupações irregulares sem sistema de esgotamento sanitário e coleta de resíduos. Há ainda a criação de animais e práticas agrícolas, fatores que podem prejudicar a qualidade dos corpos hídricos.

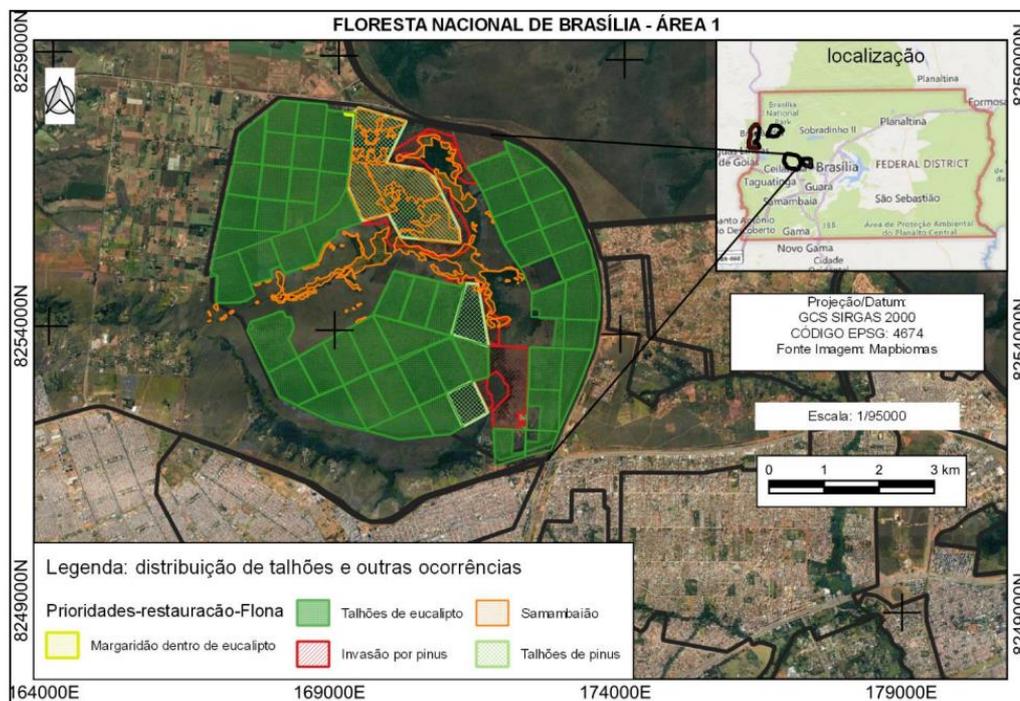


Figura 46. Áreas prioritárias para restauração ecológica na área 1 da Floresta Nacional de Brasília (FLONA). Fonte: ICMBIO, 2022.

5. CONCLUSÕES

A qualidade da água em todos os pontos analisados nos dois corpos hídricos foi considerada “Boa” de acordo com o IQA. No entanto, pela avaliação realizada via PRAVIA, 33,33% dos ambientes avaliados foram classificadas como “alterados” e estão localizados no Córrego Currais. Sabe-se que o IQA é imprescindível como indicador da qualidade de água, contudo, o resultado encontrado aqui reforça que esse indicador, quando verificado isoladamente, pode subestimar a situação real da condição de degradação dos ambientes.

Foi possível observar que o Córrego Currais é impactado devido a proximidade com área urbana e as ocupações irregulares. O mapeamento do uso e ocupação do solo corroborou os dados analíticos, que a APM Pedras é mais conservada que a APM Currais, uma vez que na APM Pedras há uma maior área

de Floresta e Formação natural não florestal e as áreas classificadas como Agropecuária e Áreas não vegetadas são pequenas quando comparadas a APM Currais. Foi associado o maior grau de conservação da APM Pedras ao fato desta estar totalmente inserida na poligonal da FLONA.

Quanto à criação das APMs não foi possível verificar sua efetividade quanto à proteção de recursos hídricos, visto que não há dados históricos de qualidade da água, de modo que fosse possível avaliar as possíveis alterações nos padrões qualitativos dos corpos hídricos estudados ao longo dos anos. Por outro lado, considerando a evolução do uso e ocupação do solo, as APMs apresentaram-se estáveis, uma vez que a variação entre a análise do ano de 1992, cinco anos antes da criação, e 2021, 24 anos após a sua instituição, foi mínima. Sendo que o esperado seria que as áreas de floresta e formação natural não florestal aumentassem ao longo dos anos, visto a sua importância na manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Cabe destacar que, caso não haja intervenção efetiva no manejo de espécies invasoras e proteção contra o fogo as áreas nativas não conseguiram se manter e até diminuíam.

Quanto ao atendimento das APMs às diretrizes estabelecidas do artigo nº 97 do PDOT que estão comprometidas são a “XI”, que se refere a proibir, nos corpos hídricos, práticas potencialmente poluidoras ou geradoras de risco à captação que está sendo parcialmente cumprida e a “VI” de proibir o lançamento de sistemas de drenagem de águas pluviais a montante do ponto de captação de água do manancial, que não está sendo cumprida.

O Protocolo de Avaliação Rápida juntamente com o índice de Qualidade da água se apresentou como ferramenta eficaz, sendo complementares para realizar o diagnóstico ambiental proposto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que resultados encontrados são reflexos do ambiente em que os corpos d'água estão inseridos; assim, faz-se necessária uma atenção especial por parte do poder público, ao não cumprimento das diretrizes do Plano Diretor de Ordenamento Territorial. Caso não haja outra alternativa para o lançamento drenagem pluvial na APM Currais, há a necessidade de manutenção no do sistema de drenagem, de modo a reduzir os impactos causados pelos

lançamentos existentes.

Considerando que não há perspectiva de regularização das ocupações irregulares, faz-se necessário ações conjuntas dos órgãos responsáveis, visando diminuir os efeitos negativos causados pela ausência de esgotamento sanitário adequado, coleta de resíduos sólidos e remoção de vegetação sem autorização.

Embora tenham sido observadas dificuldades quanto à gestão e preservação das APMs Currais e Pedras, torna-se necessária a busca permanente pela manutenção da qualidade ambiental desses territórios, considerando sua importância ecológica e social.

7. REFERÊNCIAS

ADASA. **Produto 3 – Estudo Técnico sobre demanda do recurso hídrico na Bacia do Alto Descoberto.** Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/recursos_hidricos/regulacao/resolucoes_estudos/Bacia_Alto_Descoberto/UNESCO_ED0517_2.pdf. Acesso em 23/03/2023.

ADASA. **Elaboração Do Plano De Recursos Hídricos Das Bacias Hidrográficas Dos Afluentes Distritais Do Rio Paranaíba (Prh – Paranaíba-Df).** Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/consultas_publicas/CP_006-2019/Elaboracao_plano_recursos_hidricos.pdf. Acesso: 06/10/2021. 9 p.

ADASA. **Rede de monitoramento de qualidade da água.** Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZDAwMTI0ZTQtMTEwYS00ZWVjLTlkY2EtMjVmMDkyY2Q4MjBmliwidCI6IjczZGJmMTMyLWE0YTQtNDkwMy1hYzI2LWJiMjhmY2Y3NDdhNCJ9>. Acesso: 15/6/2023.

ALMEIDA, D. N. O.; OLIVEIRA, L. M. M.; CANDEIAS, A. L. B.; BEZERRA, U. A.; LEITE, A. C. S. **Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, 4: 58-68, 2018.

ALVES, F. G. S.; MAIA, C. O.; LÁZARO, G. L. V.; COTA, E. M.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **A proteção de mananciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG): os desafios de compatibilização entre usos da terra e da água na Área de Proteção Especial (APE) Taboões.** Revista Geografias, 15: 8-25, 2019.

ALVIM, A.T.B.; KATO, V. R.C.; ROSIN, J.R.G.R. **A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais.** Caderno Metrôpoles, 17:83-

107, 2015.

AMARAL, R.; MACHADO, M. P.; LIMA NETO, V. C. **Índice de impacto territorial (it) para análise de ocupações irregulares no Distrito Federal**. Territórios em números: insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de UDHs e regiões metropolitanas brasileiras, livro 2, 63-84, 2022. Brasília-DF. IPEA.

AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; VANZELA, L. S.; CASTRO, C. V.; MANSANO, C. F. M. **A gestão das águas no Brasil: uma abordagem sobre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, 3: 30-44, 2019.

AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; RIBEIRO, L. G. **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Capítulo 5 - monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas. Ed. 2. (pp.89- 109). Editora ANAP. 2019.

ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf. Acesso: 20/08/2023.

ANA. **Indicadores de qualidade – Índice da Qualidade das águas**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso: 02/02/23.

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T.; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. **Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT**. Revista Ambiente e Água, 11: 163-175, 2016.

ANJOS, A. P. R.; VASCONCELOS, F. C. W.; NEGREIROS, D. **Diagnóstico ambiental do córrego do Bálsamo, Ibitité-MG, por meio de um protocolo de avaliação rápida**. Acta Geográfica, 15: 42-61, 2021.

ASSIS, P. C.; FARIA, K. M. S.; BAYER, M. **Unidades de Conservação e sua efetividade na proteção dos recursos hídricos na Bacia do Rio Araguaia**. Sociedade de Natureza, 34: 1- 13, 2022.

BENTOS, A. B. **Impactos ambientais da zona rural e urbana na qualidade da água do ribeirão das Araras**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal de São Carlos. Araras-SP, 2016, 97p.

BERNARDI, E. C. S.; PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A. **Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental**. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, 13: 159-168, 2012.

BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. **Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé - RJ Application Protocol Rapid Assessment of Rivers (RAP) River Basin Imbé – RJ**. Revista Ambiência, 11: 277-294, 2015.

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios – PAR**. Caderno de Estudos Geoambientais, 04: 05-13, 2014.

BOIN, M. N.; MARTINS, P. C. S.; MIRANTE, M. H. P. **Geotecnologias aplicadas às questões ambientais**. Volume II – Tupã-SP. ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista. 2017.

BRASIL. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Lei nº 6.766. Brasília, 1979.

BRASIL. **Decreto de criação das Áreas de Proteção Ambiental das Bacias dos Rios São Bartolomeu e Descoberto**. Decreto nº 88.940 de 7 de novembro de 1983.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.

BRASIL. **Autoriza a união a aceitar a doação de imóveis que menciona, cria a Floresta Nacional de Brasília, edá outras providências**. Decreto de 10 de junho de 1999

BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.

BRASIL. **Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2011. 200p. Disponível em: http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCerrado_1aFase.pdf. Acesso: novembro/2023.

CAESB. **Plano diretor de água e esgotos do Distrito Federal - PDAE/DF – 2019**. Volume I. Brasília-DF. 2019.

CAESB. **Plano de exploração de serviços da CAESB - Diagnóstico e Caracterização**. Volume 1, Tomo 2/6. Brasília-DF. 2021.

CAESB. **Maior reservatório do DF, o do Descoberto verteu nesta segunda, 15/02/2021**. Disponível em: <https://www.caesb.df.gov.br/8-portal/noticias/1301-15-02-21-maior-reservatorio-do-df-o-do-descoberto-verteu-nesta-segunda.html#:~:text=A%20Companhia%20de%20Saneamento%20Ambiental,%C3%A1rea%20de%20espelho%20d'%C3%A1gua>. Acesso 09/06/2023.

CAESB. **Dados disponibilizados via Peticionamento web**. 2022.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia, 14: 91-98, 2002.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU) como ferramenta de monitoramento ambiental**. Revista de

Geografia e Ordenamento do Território, 21: 121-138. 2021.

CANTADOR, D. C.; MATIAS, L. F. **Aplicabilidade de geotecnologias para subsidiar a gestão de recursos hídricos em Americana (SP)**. Revista Sociedade e Natureza, 29: 155-171, 2017.

CARMO, M. S.; BOAVENTURA, G. R.; OLIVEIRA, E.C. **Geoquímica das águas da bacia hidrográfica do Rio Descoberto, Brasília-DF**. Química Nova, 28, 2005.

CARVALHO, E. M.; RUSSO, M. R.; NAKAGAKI, J. M. **Utilização de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em ambientes lóticos**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 5: 129-139, 2014.

CARVALHO, A. P.; BALDUINO, A. R.; MACIEL, G. F.; PICANÇO, A. P. **Avaliação da poluição em rios utilizando Índices de Qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional-TO**. Revista Geociências, 35: 472-484, 2016.

CARVALHO, A. T. F. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil**. Caderno Prudentino de Geografia, 42: 140-161, 2020.

CASTELO BRANCO JR, A.; SOUZA, L. L.; SAMPAIO, T. M.; FARIAS, A. K. S. R.; MIRANDA, K. H. F.; PEÇANHA NETO, J. L.; RODRIGUES, S. F. **Protocolo de avaliação rápida como ferramenta de gestão de recursos hídricos**. Revista Mineira de Recursos Hídricos, 1: 1-17, 2020.

CASTRO, K. J. S. X.; MAURO, M. L.; RODRIGUES, N. U. A.; CAMPOS, I. C.; MIRANDA, M. P. S. **SIG aplicado à gestão de Áreas Protegidas: identificação e correção de inconsistências na delimitação da Área de Proteção Especial Vargem das Flores**. Ambiência, 12: 931-939, 2016.

CETESB. **Fontes de vida os mananciais são protegidos pelas unidades de conservação**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2020/11/10/fontes-de-vida-os-mananciais-sao-prottegidos-pelas-unidades-de-conservacao/>. Acesso: 18/10/2023.

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade, 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>. Acesso: 03/02/2023.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Par tel_ vers%C3%A3o2015_Web.pdf. Acesso: 18/08/2023

CETESB. **Apêndice E Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de**

Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso: 19/08/2023.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2019. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em 20/06/2021.

CHELOTTI, G. B. Mapeamento de uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Descoberto, no Distrito Federal, por meio de classificação orientada a objetos com base em imagem do satélite Landsat 8 e softwares livres. Revista Brasileira de Geomática, 5: 172-185, 2017.

CODEPLAN. Atlas do Distrito Federal. Capítulo 2 – caracterização ambiental. 2020.

CONSÓRCIO-PCJ. Glossário de Termos Técnicos em gestão de recursos hídricos, saneamento básico e meio ambiente. 1ª edição. Americana-SP. 2016.

COPASA. Programa Pró Mananciais - Programa Socioambiental de Proteção e Recuperação de Mananciais. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia_publica/15/ProMananciais.pdf. Acesso: 09/03/2023.

CRISTOFOLI, G. R.; SILVA, L. C.; BENINI, S. M. Desafios preponderantes na proteção dos mananciais no extremo Oeste Paulista. Revista Científica ANAP, 14: 60-66, 2021.

CURTARELLI, M. P.; TUCCI, C. E. M.; RAGGAIANTI, V.; GUIMARÃES, V. Sustentabilidade hídrica urbana: o caso de Santa Catarina. Revista de Gestão de Água da América Latina. 15: 2018.

DIAS, J. S.; CARPANEZ, T. G.; SILVA, J. B. G.; BRANCO, O. E. A. Caracterização do Estado de Conservação de Nascentes do Córrego da Pindaíba/MG. Revista Internacional de Ciências, 12: 60 - 78, 2022.

DISTRITO FEDERAL. Regulamenta o Art. 30 de Lei Complementar nº17, de 28/01/1997, o qual trata dês Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF. Decreto nº 18.585. Brasília-DF, 1997.

DISTRITO FEDERAL. Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal. Lei Complementar nº 17. Brasília, 1997.

DISTRITO FEDERAL. Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal. Lei Complementar nº 803. Brasília, 2009.

DISTRITO FEDERAL. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal. Caderno Técnico, Zoneamento Final.** Brasília-DF. 2019.

DISTRITO FEDERAL. Estabelece diretrizes para a gestão e o monitoramento das Áreas de Proteção de Mananciais – APM, nos termos dos artigos 95, 97 e 99 da Lei Complementar nº 803, de 05 de abril de **2009, alterada pela Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012, que aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT/DF.** Portaria Conjunta nº 4. Brasília-DF, 2020.

DISTRITO FEDERAL. **Leitura Técnica por eixo temático.** Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – meio ambiente e infraestrutura. Brasília-DF. 2021.

DUARTE, C. G.; MALHEIROS, T. F. **Habitação e Gestão Ambiental em área de mananciais: o caso do município de Santo André-SP.** Saúde e Sociedade, 21: 82-95, 2012.

EMBRAPA. Mapa pedológico digital – SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000

EPA (Environmental Protection Agency). **Biological criteria for the protection of aquatic life.** Columbus, Ohio: Division of Water Quality Monitoring Assessment, v. 1, n. 120, 1987.

EUCLYDES, A.C.P. **O que há de especial na proteção dos mananciais? Um estudo sobre as Áreas de Proteção Especial – APEs – do Eixo Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Revista Geografias, 7: 28-43, 2011.

FALCÃO, M. T.; BURG, I. P.; COSTA, J. A. V. **Expansão urbana de Boa Vista-RR e os reflexos sobre os recursos hídricos.** Revista Equador, 4: 98-113, 2015.

FERNANDES, N. C.; SCALIZE, P. S. **Comparação entre dois métodos para determinação da qualidade da água tratada.** Ciência & Engenharia, 24: 85-93, 2015.

FERNANDES, A.; DOLABELA, B.; SENNA, N.; MARQUES, R.; AMARAL, P. H. M.; CALLISTO, M. **Avaliação e cológica rápida de qualidade da água do Rio Caraça como um ecossistema em condições de referência.** Revista Espinhaço, 11: 2022.

FERREIRA, N. H.; FERREIRA, C. A. B. V.; GOUVEIA, I. C. M. G. **Mapa de Fragilidade como auxílio para o Palnejamento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, 12: 44-58, 2016.

FIGUEIREDO, H. P., FIGUEIREDO, C. R. P., BARROS, J. H. DE S., CONSTANTINO, M., MAGALHÃES FILHO, F. J. C., DE MORAES, P. M., COSTA, R. B. **Water quality in an urban environmental protection area in the Cerrado Biome, Brazil.** Environmental Monitoring and Assessment, 191(2), 2019.

FIM, L. D. S.; FERNANDES, M. C.; GUARDIA, G.; TAVARES, L. S. **Avaliação dos Impactos Ambientais nas margens do Rio Machado no Perímetro Urbano**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, 7: 269-279, 2020.

FIORESE, C. H. U. **Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil**. Brazilian Journal of Development, 5: 887–900, 2018.

FIUZA, A. L. G.; SANTOS, S. M. **Uso e ocupação do solo em Feira de Santana (BA) às margens do Rio Subaé**. Revista Caparaó, 4: 2022.

FREITAS JR, F. L. **Influência do Plano de Manejo e do Pagamento por Serviços Ambientais na Qualidade e Quantidade da Água para Abastecimento Público em Unidade de Conservação**. Dissertação apresentada ao mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande-MS. 2021.

FURTADO, R. R.; PEREIRA, M. C. S.; SUCCI, M. M. D.; MARTINS, J. R. S. **Análise da demanda bioquímica de oxigênio no Rio Pinheiros entre 2009 e 2019 e atendimento aos parâmetros de qualidade água do projeto novo Rio Pinheiros**. XIV Encontro Nacional de Águas Urbanas e IV Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos. Brasília-DF, 2022.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas**. Estudos Avançados, 29: 43-68. 2015.

GARCIA, L. A. T.; RAZZOLINI, M. T. P. **A ocupação do solo e sua influência na qualidade dos mananciais na região metropolitana de São Paulo**. Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, 14: 18-30, 2021.

GARDINAM JÚNIOR, B.S.; L.T. SIMOURA, L.T. **Cobertura florestal e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil**. Revista Scientia Plena, 12: 1-15, 2016.

GDF. **Plano Distrital de Saneamento Básico**. 2017.

GEOPORTAL. **Plataforma GEOPORTAL**. Disponível em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>. Acesso: 09/06/2023.

GOMES, D. P. P.; BARROS, F. M.; BARRETO, L. V.; ROSA, R. C. C.; TAGLIAFERRI, C. **Avaliação do estado trófico para o rio catolé-BA em diferentes épocas do ano**. Enciclopédia biosfera, 6: 1-6, 2010.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. **Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat**. Journal of the North American Benthological Society, 16: 853-860, 1997.

HINKEL, R. **Vegetação Ripária: funções e ecologia**. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC.

HOJO-SOUZA, N. S.; CARNEIRO, C. M.; SANTOS, R. C. ***Pteridium aquilinum*: O que sabemos e o que ainda falta saber**. Bioscience Journal, 26: 798–808, 2010.

IBRAM. **Estudo ambiental para a criação da unidade de conservação do Rio Descoberto**. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Estudo-ambiental-para-cria%C3%A7%C3%A3o-do-Monumento-Natural-do-Rio-Descoberto-Parte-1.pdf>. Acesso: 06/10/2021.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Descoberto**. Brasília-DF. 2014.

ICMBIO. **Plano de manejo – Florestal Nacional de Brasília, Distrito Federal**. Volume I - Diagnóstico. Brasília-DF. 2016.

ICMBIO. **Plano de manejo – Florestal Nacional de Brasília, Distrito Federal**. Volume II - Planejamento. Brasília-DF. 2016.

ICMBIO. **Plano de Restauração ecológica e controle de espécies exóticas invasoras na Floresta Nacional de Brasília**. Brasília- DF. 2022.

IGAM. **Índice de qualidade das águas**. Disponível em: <https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/319-indice-de-qualidade-das-aguas-iqa>. Acesso: 20/08/2023.

IKEMO, S. M.; NAPOLEÃO, P. R. M.; SANTOS, L. F.; SOUZA, H, S.; OLIVEIRA, P. F.; ESTEVES JÚNIOR, A. **Delimitação de áreas de interesse para proteção de mananciais de abastecimento público no estado do Rio de Janeiro: uma proposta metodológica**. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – 2017, Florianópolis-SC.

INPE. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Disponível em: https://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_sen.html. Acesso: 20/11/2023

IPEDF. **Atlas do Distrito Federal 2020**. Disponível em: <https://atlas.ipe.df.gov.br/>. Acesso: 10/06/2023.

LANNA, A. E.; DORFMAN, R. **Sistema de Gerenciamento de recursos hídricos: críticas a algumas propostas**. Revista De Administração Pública, 27: 63-73, 1993.

LIMA, J. E. F. W.; COSTA, E. L.; TEIXEIRA, T. M. N.; ITONAGA, L. C. H.; ROMÃO, G. O. **Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal**. Capítulo II. Brasília, 2018.

LOCH, J.; BRENTANO, D. M. **Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: Uma análise para gestão de Estação de tratamento de Água**. Geosul, 35: 277-297, 2020.

LOLIVE, J.; OKAMURA, C. **Política Pública da Água: o exemplo da pesquisação sobre ocupações irregulares em áreas protegidas na Bacia Hidrográfica do Reservatório do Guarapiranga em São Paulo**. Seminários das águas da Amazônia: Coletânea, INPA editora, Manaus, Brasil. 2020, 23p.

LOPES, F. W. DE A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas**. Revista Geografias, 6: 134–14,2010.

LOURENÇO, V. R.; CARVALHO, A. A.; ALMEIDA, G. C.; MONTENEGRO, A. A. **Comparação da área das massas d'água em uma bacia Hidrográfica utilizando índices espectrais e classificação do MapBiomas**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, 11: 196-205, 2021.

LOURENÇO, R., W.; SALES, J., C., A.; ARANTES, L., T.; SILVA, C., V.; SILVA, D., C., C. **Reflexos ambientais do desenvolvimento e expansão das atividades humanas sobre a qualidade da água**. Revista Brasileira de Geografia Física, 15: 175-198, 2022.

MAGALHÃES, R. J. F.; BARBOSA JÚNIOR, A. R. **O valor do serviço de proteção de mananciais**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, 24: 1049-1059, 2019.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; COTA, G.E.M.; LEMOS, R.S. **Contradições e desafios para a proteção de mananciais hídricos em Minas Gerais – os casos das áreas de proteção especial de Vargem das Flores e Serra Azul – Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Caminhos de Geografia, 17: 89-104, 2016.

MAPBIOMAS. **O projeto**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Acesso: 09/11/2022.

MARCELINO, G.C.; GUERRA, C.M.C.; VIEIRA, E. M. **Evolução do uso e ocupação do solo no município de João Monlevade – MG frente às pressões sobre os recursos hídricos**. Research, Society and Development, 11: 1-9, 2022.

MARQUES, H. F. M.; REIS, B. C.; FEITOZA, V. S. SILVA, J. G. **Conflitos na gestão de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais: Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do córrego dos Quatis, Itueta – MG, Brasil**. Research, Society and Development, 10: 1-9, 2021.

MATOS, M. P.; BORGES, A. C.; MATOS, A. T.; SILVA, E. F.; MARTINEZ, M. A. **Nota técnica: demanda bioquímica de oxigênio em diferentes tempos de incubação das amostras**. Revista Engenharia na Agricultura, 21: 280-286, 2013.

MELO, J. R. C.; SAMPAIO, A. H. L.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. **Aplicação do Método Delphi para proposição de critérios para proteção de mananciais de abastecimento de água**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, 2: 20-37, 2014.

MELO, M. R. **Conservação e uso dos recursos hídricos: um estudo de caso nas comunidades Sarandi e Indaiá em Luziânia, Goiás.** Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2020, 154p.

MELO, M. R.; OLIVEIRA, M. C.; ABREU, L. M. **Avaliação da conservação da microbicida do ribeirão Mantiqueira em Goiás via protocolo de avaliação rápida.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, 12, 582-598, 2021

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JÚNIOR, G. C.; SANTOS, R. T. **Índices de qualidade de água: métodos e aplicabilidade.** Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. pt. 4, cap. 5, p. 325-352.

MINAS GERAIS. **Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.** Lei nº 20.922. Belo Horizonte, 2013.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A.C. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos.** Revista Saúde e Ambiente, 7: 39-47, 2006.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUSA, F. M. P.; MELO, W. G. P. **O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 6: 192- 205, 2015.

MORAIS, J, L, M.; FADUL, E.; CERQUEIRA, L. S. **Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos Estados do Nordeste do Brasil.** Revista eletrônica de administração, 24: 238-264, 2018.

MOTTA E COSTA, M. L.; SILVA, T. C.; LIMEIRA, M. C. M. **Investigação sobre as relações interinstitucionais e interdisciplinares para o planejamento integrado de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Gramame, Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, 26: 291-299, 2021.

NASCIMENTO, H. R.; MORAIS, F. **Avaliação do uso e cobertura da terra na bacia do rio Sobrado, sudeste do Tocantins.** Planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas – coletânea II. UFG, 587p. Goiânia, 2021.

OLIVEIRA, A.; BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. **Gestão ambiental e conservação dos recursos hídricos: aspectos relevantes para a governança das águas na bacia hidrográfica do rio Piranhas-açu, no Rio Grande do Norte.** Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo-SP. 2017.

OLIVEIRA, E. S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. **Aplicação do protocolo de avaliação rápida (par) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do Rio Piumhi, Minas Gerais -Brasil.** For Science, 9: 1-27, 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, G.; BRITO, E. C. C.; RABELO, D. A. F.; BRITO, N. **N.Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) as margens da Rodovia Brasileira (BR-135)**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 7: 16- 22, 2013.

OLIVEIRA, B. **Teste de Tukey para comparações múltiplas**. 2023. Disponível em :< <https://operdata.com.br/blog/comparacoes-multiplas-teste-de-tukey/>>. Acesso em: 19/07/2020.

PADOVESI-FONSECA, C.; FARIA, R. **Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no Brasil e Europa**. Revista Mineira de Recursos Hídricos, 3: 1-28, 2022.

PALAFX, G. H. M. **Caminhos do desenvolvimento ambiental: extensão universitária**. Universidade Federal de Uberlândia, 139 p, 2018.

PERICINOTO, J. S. **Utilização de geotecnologias para caracterização dos canais de ordem zero da APA da bacia hidrográfica rio Piava**. Umuarama-PR. Dissertação. Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Campo Mourão-PR. 2021.

PERUZZO, J. S.; GUIMARÃES, H. S.; SILVINO, G. S.; RODRIGUES, J. P. C. S.; LISBOA, F. S.; LÉON, M. J. **Uso de Geotecnologias para delimitação e caracterização morfométricas das microbacias hidrográficas do município de Itaporanga-PB**. Ciências Agrárias: Tecnologia & Inovação. 1ª Edição. Campina Grande: EPTEC, 2022. 106 p.

PIASANTIN, A. M.; SEMENSATTO JÚNIOR, D. L.; SAAD, A. R.; MONTEIRO JÚNIOR, A. J.; RACZKA, M.F. **Índice de qualidade da água (ilQA) do reservatório tanque grande, Guarulhos (SP): análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo**. São Paulo, UNESP, Revista Geociências, 28: 305-317, 2009

PINHEIRO, H. A. **Criação e aplicação de protocolo de avaliação de impacto ambiental no córrego Riacho Fundo – DF**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental. UCB. Brasília, 2007.

PIRATOBA; A. R. A.; HEBE MORGANNE CAMPOS RIBEIRO, M. C. R.; GUNDISALVO PIRATOBA MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil**. Revista Ambiente e Água, 12: 435-456, 2017.

PREIS, C. M.; FRANCO, D.; VARELA, S.C. **Avaliação do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e simulação para 2027**. Revista Geociências, 40: 407-414, 2021.

POERSCH, A. C. C.; SÉBASTIEN, N. Y.; TAKAHASHI, J. V.; CAMOZATTO, E. E. **Aspectos Históricos da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e métodos alternativos com redução no tempo de análise**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, 12:448-460, 2021.

RADTKE, L. **Protocolos de avaliação rápida: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d'água urbanos**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2015, 88p.

RAMOS, M. P.; SOARES, A. L. C.; NOBREGA, R. A. A.; RAMOS, M. P.; NAIME, A. L. F.; SIQUEIRA, L. N. **Geotecnologias e qualidade da água: estudos em reservatórios de abastecimento público**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, 11: 722-739, 2020.

REISSLER, J. **Análise multicriterial e multivariada na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando a conservação dos recursos hídricos na sub-bacia do Alto Pardo – SP**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia. Botucatu-SP. 2019.

RESENDE, I. L. M.; ARAÚJO, G. M.; OLIVEIRA, A. P. A.; OLIVEIRA, A. P.; ÁVILA JÚNIOR, R. S. **A comunidade vegetal e as características abióticas de um campo de murundu em Uberlândia, MG**. Acta Botânica, 18: 9-17, 2004.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **As principais fitofisionomias do Bioma cerrado**. In: Cerrado: ecologia e flora. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). Planaltina, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.2, 2008. 406p.

RIBEIRO, R. J. **Aplicação da caracterização geoquímica ambiental na determinação da linha preamar média (LPM)**. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu. 2019.

ROCHA, R. H. M.; DOURADO, N. P.; GARCIA, P. H. M. **Geotecnologias Aplicadas A Recursos Hídricos: Um Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Arapuá – Três Lagoas/MS**. Periódico ambiental da Alta Paulista, 16: 108-117, 2020.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. **Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 13: 161-170, 2008.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. Dissertação apresentada ao curso de Evolução Crustal e recurso naturais. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto-MG, 2008, 146p.

RODRIGUES, L. A.; BRAGA, M. D.; ALMEIDA, R. P.; SOUZA JÚNIOR, D. **Estudo de uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio Cedro, Norte de Minas Gerais**. 29º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, da ABES, o 28º Encontro Técnico Sabesp e a 28ª Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente – FENASAN. São Paulo-SP. 2017.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI JÚNIOR, H. A. **Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil.** Revista Ambiente e Água, 7: 231-244, 2012.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, 16: 81-90, 2005.

ROSA, A. M. R; GUARDA, V. L. M. **Gestão de Recursos Hídricos no Brasil: um histórico.** Revista Direito Ambiental e sociedade, 9: 197-220, 2019.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Região Metropolitana de São Paulo.** Disponível em: <https://mananciais.sabesp.com.br/Home>. Acesso: 09/03/2023.

SANTOS, C. P.; BATALLA, J. F. **Estudos preliminares para avaliar a qualidade ambiental do Rio Acaraú em Ubatuba (São Paulo, Brasil).** Bioscience, 6: 286-294, 2017.

SALIM, A.; LUCHIARI, A. **A urbanização e os desafios para a proteção da Bacia do Reservatório do Guarapiranga.** Caderno Prudentino de Geografia, 36: 191-202, 2014.

SANTOS, K. P.; KOPP, K.; OLIVEIRA, W. N. **Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20: 462-471, 2015.

SANTOS, L. S.; FERNANDES, V. O.; MEDEIROS, Y. D. P. **Sustentabilidade de cidades no contexto da integração entre a gestão de recursos hídricos e o planejamento urbano territorial.** Bahia, Análise & Dados, 29: 55-75, 2019.

SÃO PAULO. **Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.** Lei nº 898. São Paulo, 1975.

SÃO PAULO. **Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências.** Lei nº 9.866. São Paulo, 1997.

SEGOV. **Qual a diferença entre ocupação irregular e invasão?** Disponível em: <https://segov.df.gov.br/qual-a-diferenca-entre-ocupacao-irregular-e-invasao/#:~:text=A%20irregularidade%20da%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20ocorre,fazer%20o%20parcelamento%20do%20terreno>. Acesso: 19/11/2023.

SEMA. **Diagnostico de nascente nas bacias do Paranoá e Descoberto.** Disponível em: https://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Diagnostico_Nascentes.pdf. Acesso: 21/06/2023

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração.** Estudos Avançados, 17: 129-145, 2003.

SILVA, T. T. S.; COSTA FILHO, G. E. P.; VASCONCELOS, E. L.; COSTA, J. **Caracterização ambiental da bacia do Ribeirão das Pedras: entendendo a dinâmica ambiental local. XXI Simpósio Brasileiro de recursos hídricos. Brasília-DF. 2015.**

SILVA, M. A.; ARAÚJO, R. R. **Análise temporal da qualidade da água no córrego limoeiro e no rio pirapozinho no estado de São Paulo – Brasil.** Revista Formação (online), 1: 182-203, 2017.

SILVA, D. C. V. R.; QUEIROZ, L. G.; ALAMINO, D. A.; FERNANDES, J. G.; PAIVA, T. C. B.; POMPÊO, M. L. M. **Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público.** Revista de engenharia ambiental e sanitária, 23: 627-635, 2018.

SILVA, M. S.; CANGIANO, M. R.; CUNHA, L. S. GUIGUER, N. **Condicionantes para elaboração de um modelo conceitual hidrogeológico da sub-bacia do Ribeirão Rodeador, bacia do rio Descoberto/DF, como ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos.** Revista Brasileira de Geografia Física, 12: 1635-1648, 2019.

SILVA, K. R. **Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural dos tabuleiros costeiros do Brasil.** Dissertação apresentada ao programa de recursos hídricos. Universidade Federal de Sergipe, 2020.

SILVA, T. A.; DUARTE, M. L.; COELHO, C. M. P.; OLIVEIRA, V. E.; COSTA, P. B.; GUANDIQUE, M. E. G. **Avaliação da qualidade da água em uma represa utilizada para abastecimento público no município de Sorocaba/SP.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 12: 259-271, 2021.

SILVA, F. L.; FUSHITA, A. T.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI JÚNIOR, I.; VENEZIANI JÚNIOR, J. C. T. **Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias.** Revista Brasileira de Geografia Física, 14: 1626-1653, 2021.

SILVA, S. E. **Influência da atividade minerária de fosfato na qualidade da água: caso do rio bezerra em Arraias-TO.** Dissertação apresentada ao curso de Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Tocantins. 2021.

SILVA, J. C.; SOARES, A. E.; CORTEZ, S. A. M. **Avaliação da qualidade da água em áreas de preservação permanente pela obtenção do IQA.** Brazilian Journal of Development, 8: 22988-22997, 2022.

SILVA, R. V.; ALVES, V. D. S.; VIVIANI NETO, A.; BATISTA, R. M.; SOUZA, C. A. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida nas margens do Rio Paraguai, Cáceres-MT, Brasil.** Revista de estudos ambientais, 23: 23-34, 2021.

SILVA, A.R.; RODRIGUES, C. J.; FONSECA, A. L. D'O. **Análise da paisagem em bacias hidrográficas costeiras como ferramenta de**

compreensão da qualidade ambiental. Geographia, 25: 1-18, 2023.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Jaguariúna-SP, 2004, 68p.

SILVEIRA, N. T.; SILVEIRA, H. T.; TIBURCIO, I. M.; GALVÍNCIO, J. D. **Avaliação da qualidade da água do reservatório Nilo Coelho, Terra Nova, Pernambuco, Brasil.** Revista Brasileira de Geografia Física, 15: 2866-2877, 2022.

SISDIA. **Sistema Distrital de Informações Ambientais.** Disponível em: <https://sisdia.df.gov.br/webgis/#>. Acesso: 09/06/2023.

SIQUEIRA, L. R. S.; BARCELOS, B. R.; TEZA, C. T. V. **Análise da qualidade e quantidade da água do Córrego Coqueiro tributário do Lago Descoberto, Distrito Federal.** IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP. 2018.

SOARES, F. B.; LEAL, A. C.; PIROLI, E. L. **Política Nacional de Recursos Hídricos e os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos Federal e Paulista.** Ciência Geográfica, 23: 214-228, 2019.

SOARES, L. M.; COLDEBELLA, P. F.; FRIGO, J. P. **Avaliação da qualidade da água de rios brasileiros utilizando células meristemáticas de *Allium cepa* como bioindicador: uma revisão integrativa.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, 7: 6983-6999, 2021.

SOKOLOSKI, L. J. F.; FERREIRA, M. R. A.; VITERBO, G. A.; BELOTTI, F. M.; VIEIRA, E. M. **Estudo da vulnerabilidade natural da sub-bacia do Rio Piracicaba/MG utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG).** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, 10: 211- 222, 2019.

SOUZA, J. T.; VAN HAANDEL, A.; LIMA, E. P. C.; HENRIQUE, I. N. **Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB.** Engenharia Sanitária e Ambiental, 9: 285-290, 2004.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. S. **Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN).** Brazilian Journal of Irrigation and Drainage, Edição Especial: 280 - 296, 2012.

SOUZA, A. C.; REIS, T. D. F.; SÁ, O. R. **Comparação entre o índice de qualidade da água (IQA) com o protocolo de avaliação rápida de habitats no córrego Liso, município de São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais.** Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, 10: 392-409, 2014.

SOUZA, D, M, G. **Latossolos.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso: 22/09/22023.

SUTIL, T.; MAFFESSIONI, D.; BENVENUTI, T.; LADWING, N. I.; BACK, A. J. **Análise da qualidade hídrica do rio Tega, Caxias do Sul- RS, Brasil.** Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 7: 124-142, 2018.

TOMAZONI, J. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA FILHO, E. F. **Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – sudoeste do estado do Paraná.** Boletim Paranaense de Geociências, 57: 49-56, 2005.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre. 2ª edição. Ed. da Universidade/UFGRS. ABRH, 2001. 40 p.

TUCCI, C. E.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O, M. **Gestão da Água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Ministério do Meio Ambiente – Brasília, 2006.

TUCCI, C. E.; **Águas urbanas Carlos.** Estudos avançados 22: 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** Dossiê Água - Estudos Avançados 63: 7-16, 2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos.** Revista Biota Neotropica. 10:67-75,2010.

TUNDISI, J.G. **Governança da água.** Rev. UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2,p. 222-235. 2013.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M. **A Água.** Editora Scienza. 134 p. São Carlos, 2020.

VALENTE, A. L.; NASCIMENTO, C. T. C.; LIMA, C. R.; PEREIRA, D. A.; BARBOSA, L. Q.; NOBRE, M. A. Z. A.; WERNECK, R. O. **Caracterização da bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras/DF: morfometria e parâmetros quali-quantitativos.** IV Seminário Solo e Água no contexto de desenvolvimento em bacias hidrográficas. Brasília-DF. 2019.

VALLIM, E. M.; TRAVASSOS, L. R. F. C. **Impasses sobre a urbanização e a produção de água no sistema produtor Alto tietê: estudos sobre a evolução da mancha urbana e impactos ambientais no município de Suzano-SP.** Revista Geografia em Atos, 01: 5-22, 2019.

VIEIRA, I. C. B.; RIBEIRO, E. A. W. **Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água em bacia hidrográfica no Estado de Santa Catarina.** I Simpósio Brasileiro de Biogeografia. 2020.

VIEIRA, P. H.; SILVA, A. C. A. **A influência da mata ripária na qualidade da água superficial do córrego moeda no município de Três Lagoas-MS.**

Geografia em questão, 2:111-129, 2022.

VIDAL, J. M. C. **Análise do uso e ocupação do solo nas áreas de proteção Ambiental – APAs Piracicaba e Pureza em Itabira – MG.** Dissertação apresentada ao curso de Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais- IFMG, Bambuí-MG. 2019.

VOLKEN, N. J.; MINOTI, R. T.; ALVES, C. M. A.; VERGARA, F. E. **Analyzing the impact of agricultural water-demand management on water availability in the Urubu River basin - Tocantins, Brazil.** Revista Ambiente & Água, 17: 1-23, 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 4 ed. Editora: UFMG. Belo Horizonte-MG. 2014.

VON SPERLING, M. **Estudos e Modelagem da qualidade da água de rios.** 2ª ed. Editora: UFMG. Belo Horizonte-MG. 2014.

ZANARDINI, B. N.; BRANDIMARTE, A. L. **Gestão de recursos hídricos em unidades de conservação de proteção integral: parque estadual da Cantareira-SP.** Revista acadêmica Oswaldo Cruz, 6: 2015.

ZARONI, J. M. **Gleissolos.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/gleissolos>. Acesso: 22/09/2023.

APÊNDICE A

Ponto 2 – Currais			
Localização GPS 15°47'11.7"S 48°03'53.4"W Altitude: 1212			
Data da Coleta 29/09/2022		Hora da Coleta 08:54	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 1		Profundidade (cm): 65	
Temperatura da água (°C): 19.0			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural (gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão moderada laminar	Ravinas e/ou voçorocas

4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados cheiro de esgoto(ovo podre)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível) 23m	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade

20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	65	12	0
TOTAL	77 natural		

APÊNDICE B

Ponto 3 – Currais			
Localização GPS 15°47'18.27"S 48°05'42.67"W Altitude: 1180			
Data da Coleta 29/09/2022		Hora da Coleta 09:33	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 3.40		Profundidade (cm): 27	
Temperatura da água (°C): 20.2			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado

9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível) 15m	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco 1/2 da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	35	24	0
TOTAL	59 alterado		

APÊNDICE C

Ponto 4 – Currais			
Localização GPS 15°46'20.07"S 48°06'23.17"W Altitude: 1159			
Data da Coleta 29/09/2022		Hora da Coleta 10:05	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 3.70		Profundidade: 51	
Temperatura da água (°C): 20.6			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural (gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima a margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente

12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/cascalho novo/areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco 1/2 da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	45	12	0
TOTAL	57 alterado		

APÊNDICE D

Ponto 5 – Currais			
Localização GPS 15°46'18.49"S 48°06'32.97"W Altitude: 1147			
Data da Coleta 29/09/2022		Hora da Coleta 10:42	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 6.20		Profundidade (cm): 32	
Temperatura da água (°C): 20.8			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos

1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante

17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco 1/2 da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	40	18	0
TOTAL	58 alterado		

APÊNDICE E

Ponto 1 – Pedras			
Localização GPS 15°44'25.4"S 48°04'08.4"W Altitude: 1188			
Data da Coleta 30/09/2022		Hora da Coleta 09:39	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 1.40		Profundidade (cm): 110	
Temperatura da água (°C): 22			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)

5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e madeira em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carreados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/cascalho novo/areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco 1/2 da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	70	3	0

TOTAL	73 natural
--------------	-------------------

APÊNDICE F

Ponto 2 – Pedras			
Localização GPS 15°44'25.4"S 48°04'08.4"W Altitude: 1190			
Data da Coleta 30/09/2022		Hora da Coleta 10:01	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 2.6		Profundidade (cm): 44	
Temperatura da água (°C): 19			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore

11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível) 11m	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	65	15	0
TOTAL	80 natural		

APÊNDICE G

Ponto 3 – Pedras	
Localização GPS 15°45'28.0"S 48°04'32.2"W Altitude: 1173	
Data da Coleta 30/09/2022	Hora da Coleta 10:37
Tempo (situação do dia): ensolarado	
Modo de coleta:-	
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()	
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()	
Largura (m): 3.8	Profundidade (cm): 20
Temperatura da água (°C): 18.5	
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria	
	Pontuação

Parâmetros	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama

16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	70	3	0
TOTAL	73 natural		

APÊNDICE H

Ponto 4 – Pedras			
Localização GPS 15°45'57.0"S 48°05'51.4"W Altitude: 1140			
Data da Coleta 30/09/2022		Hora da Coleta 10:59	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 1.3		Profundidade (cm): 75	
Temperatura da água (°C): 19.3			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido de transporte)
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo 121isperse	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas,

			canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e madeira em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado
9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível) 2m	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carreados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de

			plantas
SUBTOTAL	70	15	0
TOTAL	85 natural		

APÊNDICE I

Ponto 5 – Pedras			
Localização GPS 15°46'05.5"S 48°06'22.3"W Altitude: 1132			
Data da Coleta 30/09/2022		Hora da Coleta 11:10	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Modo de coleta:-			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira Forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura (m): 2.8		Profundidade (cm): 44	
Temperatura da água (°C): 19.5			
Tipo de vegetação ripária: mata de galeria			
Parâmetros	Pontuação		
	05 Pontos	03 Pontos	00 Pontos
1. Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso/estreito)	Asfalto/chão batido de transporte
2. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural gramínea, arbusto etc.)	Campo de pastagem/ Agricultura/ monocultura/ações de restauração /Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ industrial
3. Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçorocas
4. Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico; lixo 123isperse	Alterações de origem urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5. Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% e 95%	Parcial (entre 40% e 70%)	Ausente
6. Odor da água	Ausente	Moderados (cheiro forte e em decomposição)	Abundante cheiro de óleo/Industrial
7. Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/Areia	Cimento/ Canalizado

9. Tipo de substrato na margem/centro da lâmina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascente)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (Deposição de lama)
10. Presença de Mata de Galeria/ Mata Ciliar	Árvores de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8m de altura	Ausência de árvore
11. Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc.)	Abundante	Moderada	Ausente
12. Largura da Mata de galeria	Largura entre 50m e 150m (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 50m (desmatamento visível) 1,5m	Ausência de mata de galeria
13. Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/ chácara/sítios	Casas e/ou Condomínios
14. Alteração do nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e depositados nas margens.	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do nível d'água (marca visível de enchente).
15. Deposição de sedimentos nas curvas	Ausente	Deposição moderada/ cascalho novo/ areia	Grande depósito de lama
16. Óleos e graxas	Ausente	Moderado	Abundante
17. Resíduos sólidos	Ausente	Moderado	Abundante
18. Materiais flutuantes (inclusive espuma)	Ausente	Moderado	Abundante
19. Transparência da água (disco de Secchi)	Cristalina (Visibilidade até o fundo)	Visibilidade do Disco 1/2 da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	60	15	0
TOTAL	75 natural		