



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UnB PLANALTINA
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO DOS CÓRREGOS CAPÃO DA ONÇA,
BUCANHÃO E RIO DESCOBERTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ALTO DESCOBERTO NO DISTRITO FEDERAL**

LUCAS PERACELLI

**BRASÍLIA-DF
2025**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UnB PLANALTINA
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

LUCAS PERACELLI

**ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO DOS CÓRREGOS CAPÃO DA ONÇA,
BUCANHÃO E RIO DESCOBERTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ALTO DESCOBERTO NO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, como requisito para obtenção do grau de mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos múltiplos da água.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina de Oliveira
Co-orientadora: Dra. Fabiana de Gois Aquino

**BRASÍLIA-DF
2025**

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus, Grande Arquiteto do Universo, fonte de luz e sabedoria, pela minha vida e pela vida de todos os que me acompanharam nesta jornada.

Aos meu pais Francisco e Cleuza pela chance de experimentar a beleza da existência, de aprender, crescer e evoluir a cada dia.

A minha tia Cleide e avó Benedita pela confiança em minha jornada acadêmica e por acreditarem em mim, pelas palavra de incentivo e confiança que sempre depositaram em mim. Em especial ao meu tio Carlos, pessoa sempre alegre e contagiante que nos deixou recentemente. Você é uma verdadeira fonte de inspiração!

A minha esposa Keyla pela compreensão e pelo entendimento relacionados aos horários extras e viagens dedicadas a esta pesquisa.

A Professora Doutora Maria Cristina, orientadora desta pesquisa, por toda paciência que teve comigo, por todas as orientações sempre precisas e valiosas, pela sinceridade e por todo o conhecimento compartilhado comigo.

A Pesquisadora Doutora Fabiana de Goes Aquino, coorientadora desta pesquisa, pelo conhecimento transmitido, orientações sempre pontuais e concisas e por todo auxílio quanto a área de estudo.

A todos os professores do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos que fazem a cada dia um país mais culto, confiante e resiliente nas questões voltadas a Gestão e Regulação Hídrica.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023.

Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfªÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

RESUMO

O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e consequentemente, os usos múltiplos da água alteram as características físico-químicas e ambientais não apenas dos corpos hídricos, mas também de suas margens e do seu entorno. Este estudo realizou um diagnóstico da conservação dos recursos hídricos das microbacias dos córregos Capão da Onça, Bucanhão, e Rio Descoberto pertencentes à Sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Descoberto. Para isso, aplicou-se o Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) e foi determinado o Índice de Qualidade da Água (IQA) na estação seca e chuvosa em três pontos no Capão da Onça, dois no Bucanhão e um ponto à frente do encontro dos dois córregos no Rio Descoberto. Os pontos de amostragens estão localizados no interior da Floresta Nacional de Brasília (FLONA 4) e na região de chácaras do Nucleo Rural Capão da Onça. Os resultados do PRAVIA apontaram que 100% dos pontos analisados, apresentaram-se como “naturais” (61-100 pontos), porém estão sofrendo pressão por parte da comunidade local através de ocupações e invasões de terras em regiões fronteiriças da FLONA 4 com o Núcleo Rural. O IQA demonstrou que 16,6% das análises tiveram índices considerados “ótimos” e 83,4% índices considerados “bons”. A análise dos parâmetros físico, químicos e bacteriológicos apresentaram-se 100 % de conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, porém na análise de dados das séries históricas da CAESB para a região foi possível verificar que quando a análise dos parâmetros é realizada de maneira contínua é possível constatar que alguns parâmetros se mostram fora de conformidade, ou seja, a análise da concentração de fósforo total do córrego Capão da Onça, a partir da série histórica da CAESB, teve inconformidade de 15,9% e a concentração de coliformes termotolerantes apresentou inconformidade de 68,75%. Considerando que essas microbacias abastecem o Rio Descoberto e por conseguinte proporcionam segurança hídrica a todo Distrito Federal fica evidente que é necessário dar atenção especial a esta região através de ações voltadas para o uso, conservação e preservação dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas) de forma sustentável, garantindo que a água esteja disponível para atender às necessidades humanas, ambientais e econômicas, sem comprometer sua qualidade ou a quantidade.

Palavras-chaves: Recursos Hídricos; Protocolo de Avaliação Rápida; Índice de Qualidade da Água; Conservação de Mananciais.

ABSTRACT

The use and occupation of the soil of a river basin and, consequently, the multiple uses of water alter the physical-chemical and environmental characteristics not only of the water bodies, but also of their banks and surroundings. This study carried out a diagnosis of the conservation of water resources in the micro-basins of the Capão da Onça, Bucanhão, and Rio Descoberto streams belonging to the Upper Rio Descoberto hydrographic sub-basin. For this, the Rapid Protocol for Visual Assessment of Environmental Impact (PRAVIA) was applied and the Water Quality Index (WQI) was determined in the dry and rainy seasons at three points in Capão da Onça, two in Bucanhão, and one point ahead of the meeting of the two streams in the Rio Descoberto. The sampling points are located inside the Brasília National Forest (FLONA 4) and in the region of farms of the Capão da Onça Rural Nucleus. The PRAVIA results showed that 100% of the points analyzed were “natural” (61-100 points), but are suffering pressure from the local community through occupations and land invasions in border regions of FLONA 4 with the Rural Nucleus. The IQA showed that 16.6% of the analyses had indexes considered “excellent” and 83.4% indexes considered “good”. The analysis of the physical, chemical and bacteriological parameters showed 100% compliance with CONAMA Resolution 357/2005, however, in the analysis of data from the CAESB historical series for the region, it was possible to verify that when the analysis of the parameters is carried out continuously, it is possible to see that some parameters are out of compliance, that is, the analysis of the total phosphorus concentration of the Capão da Onça stream, from the CAESB historical series, had a non-conformity of 15.9% and the concentration of thermotolerant coliforms showed a non-conformity of 68.75%. Considering that these micro-basins supply the Descoberto River and therefore provide water security to the entire Federal District, it is clear that it is necessary to give special attention to this region through actions aimed at the use, conservation and preservation of water resources (surface and groundwater) in a sustainable manner, ensuring that water is available to meet human, environmental and economic needs, without compromising its quality or quantity.

Keywords: Water Resources; Rapid Assessment Protocol; Water Quality Index; Conservation of Water Sources.

LUCAS PERACELLI

**ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO DOS CÓRREGOS CAPÃO DA ONÇA,
BUCANHÃO E RIO DESCOBERTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ALTO DESCOBERTO NO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação submetida ao Programa de
Mestrado Profissional em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos da
Universidade de Brasília, Faculdade
UnB Planaltina, como requisito 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)
Presidente

Prof. ^a Dr.^a Licijane Monteiro de Abreu (UnB/FUP)
Examinadora Interna

Dr.^a Ana Cristina Santos Strava Correa (ANA)
Examinadora Externa

Prof.^o Dr.^o Carlos Tadeu Carvalho Nascimento (Unb/FUB)
Suplente

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1.	Gestão Hídrica no Brasil.....	5
2.1.1	Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água.....	8
2.1.2	Manejo de Bacias Hidrográficas.....	10
2.2.	Monitoramento Ambiental	12
2.2.1	Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR).....	14
2.2.2	Índice de Qualidade da Água - IQA	21
2.3.	Uso e Ocupação do Solo.....	27
2.3.1	Uso e Ocupação do Solo na SBRD.....	28
2.3.2	Uso de Recursos Hídricos na Região Administrativa de Brazlândia-DF	31
3.	MATERIAL E MÉTODO.....	35
3.1	Área de estudo	35
3.2	Coleta de dados.....	37
3.2.1	Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)	39
3.2.2	Índice de Qualidade da Água (IQA)	42
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1.	Aplicação do PRAVIA	45
4.1.1.	Microbacia do Córrego Capão da Onça.....	45
4.1.2.	Microbacia do Córrego Bucanhão	50
4.1.3.	Rio Descoberto	53
4.2.	Análise da Qualidade da Água	58
4.2.1.	Temperatura	60
4.2.2.	Turbidez	61
4.2.3.	Sólidos Totais	63
4.2.4.	Potencial Hidrogeniônico - pH	65
4.2.5.	Demanda bioquímica de Oxigênio - DBO.....	66
4.2.6.	Oxigênio Dissolvido	67
4.2.7.	Fósforo Total.....	68
4.2.8.	Nitrogênio Total.....	70
4.2.9.	Coliformes Termotolerantes	71
4.3.	Determinação do Índice de Qualidade da Água	73
4.4.	Ações Visando à Conservação da Água na Área de Estudo	78

4.4.1.	Conservação e Manutenção da FLONA 4	82
4.4.1.1.	Plano Estratégico para Desocupação das Áreas com Ocupações Irregulares e Invasões na FLONA 4	83
4.4.1.2.	Plano Estratégico para Regularização e Integração das Ocupações Pré-Existentes à FLONA 4	85
4.4.2.	Incentivo ao Projeto Produtor de Água no Descoberto	87
4.4.2.1.	Ações Estratégicas para Conservação e manutenção de APP e RL na Área de Estudo.....	88
4.4.2.2.	Ações Estratégicas para Restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) na Área de Estudo	90
4.4.3.	Ações Voltadas ao Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão	91
5.	CONCLUSÃO.....	93
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
	REFERÊNCIAS.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração das 11 sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).....	24
Figura 2 – Limitação da Floresta Nacional de Brasília (FLONA) a partir da Lei 14.447/2022.	26
Figura 3 - Imagens da área da captação superficial do Córrego Barroão (CAP.BRC.001), Distrito Federal.....	32
Figura 4 - Imagens da área da captação superficial do Córrego Capão da Onça (CAP.CON.001), Distrito Federal.	32
Figura 5 - Imagem elevatória de água bruta no Córrego Capão da Onça (EAB.BRC.001), Distrito Federal.....	33
Figura 6 – Vista da Estação de Tratamento de Água de Brazlândia-DF.....	33
Figura 7 – Reservatórios de água tratada de Brazlândia, Distrito Federal.	34
Figura 8 – Visualização da área de estudo em amarelo no mapa, sendo (1) Córrego Barroão, (2) Microbacia do Córrego Bucanhão, (3) Microbacia do Córrego Capão da Onça, (4) Rio Descoberto.....	35
Figura 9 – Chuva acumulada mensal (mm) (Janeiro/23 a Abril/24) coletada pela Estação Brazlândia (A042) no Distrito Federal. As barras em vermelho indicam o período de coleta de dados deste estudo.	37
Figura 10 - Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto no Distrito Federal entre os anos de 1970 a 2012.....	37
Figura 11 – Localização dos pontos de avaliação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) e determinação do Índice de Qualidade de Água (IQA). (A1: Ponto no Rio Descoberto; B1 e B2: Pontos no Córrego Bucanhão; C1, C2 e C3: Pontos no Córrego Capão da Onça). A linha tracejada indica a área da FLONA 4.....	38
Figura 12 – Imagem de satélite do ponto C1, próximo a nascente do córrego Capão da Onça no Distrito Federal.....	45
Figura 13 – Vista do ponto C1 localizado no córrego Capão da Onça no Distrito Federal (a - no período seco após passagem do fogo) e (b - no período chuvoso).....	46
Figura 14 – Imagem de satélite do ponto C2 no córrego Capão da Onça, à jusante do ponto de coleta da CAESB (CAP.CON.001) no Distrito Federal.	47
Figura 15 – Vista do ponto C2 no córrego Capão da Onça, à jusante do ponto de coleta da CAESB (CAP.CON.001) no Distrito Federal.	48
Figura 16 – Imagem de satélite do ponto C3 no córrego Capão da Onça, região do núcleo rural Capão da Onça no Distrito Federal.	48

Figura 17 – Vista do ponto C3 e da bomba utilizada para levar água para região de lavoura e residências.	49
Figura 18 – Imagem de satélite do ponto B1 na nascente do córrego Bucanhão no Distrito Federal.	50
Figura 19 – Vista do ponto B1, nascente do córrego Bucanhão no Distrito Federal.	51
Figura 20 – Imagem de satélite do ponto B2 no córrego Bucanhão no Distrito Federal.	51
Figura 21 – Vista do ponto B2 no córrego Bucanhão no Distrito Federal.	52
Figura 22 – Imagem de satélite do ponto A1 no Rio Descoberto, próximo a ponte da DF 415 no Distrito Federal.	53
Figura 23 – Vista do ponto A1 no Rio Descoberto no Distrito Federal.	54
Figura 24 – Variação da temperatura (°C) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	61
Figura 25 – Variação da turbidez (UNT) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	62
Figura 26 – Variação da concentração do sólidos totais (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	64
Figura 27 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	65
Figura 28 - Variação da concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	67
Figura 29 - Variação da concentração de oxigênio dissolvido - OD (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	68
Figura 30 - Variação do nitrogênio total (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	71
Figura 32 - Variação do nitrogênio total (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.	72
Figura 33 – Classes de uso e ocupação do solo nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3, CAP.CON.001), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) e Bucanhão (CAP.BRC.001) no Distrito Federal.	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ações para implantação do PPA no Descoberto.	12
Quadro 2 - Exemplos de estudo que utilizaram os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) em Território Brasileiro divididos por bioma.....	18
Quadro 3 – Caracterização dos pontos de análise do Córrego Capão da Onça, Córrego Bucanhão e ponto de encontro dos dois córregos no Rio Descoberto, Distrito Federal.	39
Quadro 4 – Parâmetros avaliados no Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).....	39
Quadro 5 – Intervalos de pontuação para cada situação ambiental do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).	41
Quadro 6 – Embalagem e preservação das amostras.....	43
Quadro 7 – Metodologia empregada pelo laboratório Tommasi para análise.....	44
Quadro 8 – Pontos analisados nos córregos Capão da Onça e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).....	55
Quadro 9 – Pontos analisados no córrego Bucanhão e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).	56
Quadro 10 – Ponto analisado no Rio Descoberto e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).	58
Quadro 11 – Compilação dos dados de análise do PRAVIA, IQA e Uso e Ocupação do Sol nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3, CAP.CON.001), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) e Bucanhão (CAP.BRC.001) no Distrito Federal.	80
Quadro 12 – Plano Estratégico para desocupação das áreas com ocupações irregulares e invasões na FONA 4 no Distrito Federal.....	83
Quadro 13 – Plano Estratégico para ocupações pré-existentes a criação da FLONA 4 no Distrito Federal.....	85
Quadro 14 – Ações estratégicas para conservação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP) e RL (Reserva Legal) nas microbacias dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão no Distrito Federal.	88
Quadro 15 – Proposta de Ação Estratégica para a restauração em Áreas de Preservação Permanente (APP) e RL (Reserva Legal) nas áreas das microbacias dos Córregos Capão	

da Onça e Bucanhão no Distrito Federal.	90
Quadro 16 – Proposta de Ação Estratégica de monitoramento contínuo dos Córregos Capão da Onça, Bucanhão e Rio Descoberto no Distrito Federal.	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área de drenagem das sub-bacias hidrográficas e respectiva representatividade na bacia do Alto Descoberto.....	24
Tabela 2 – Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) na Bacia do Alto Descoberto.....	27
Tabela 3 – Área das classes de uso do solo na bacia do Alto Descoberto no Distrito Federal e respectiva proporção em relação à área total.	28
Tabela 4 – Ativo de Área de Proteção Permanente (APP) na SBRD comprado com a Área da BHAD.	29
Tabela 5 – Área de uso antrópico em Área de Preservação Permanente (APP) na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD)	29
Tabela 6 – Ativo de Reserva Legal (RL) da SBRD comprado na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).	30
Tabela 7 – Área de uso antrópico em Reserva Legal na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD). ..	30
Tabela 8 – Demandas hídricas médias na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).	30
Tabela 9 – Número de outorgas na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).	31
Tabela 10 – Captações e Vazões Captadas nos Córregos Barroco e Capão da Onça no Distrito Federal no ano de 2023.	31
Tabela 11 - Elevatória de água bruta (EAB.BRC.001) no Córrego Capão da Onça, Distrito Federal.	32
Tabela 12 - Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do Índice da Qualidade da Água (IQA).....	42
Tabela 13 - Escala de classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA).	43
Tabela 14 – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológica da água coletada nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3), Bucanhão (B1, B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal na estação seca e chuvosa.....	59
Tabela 15 – Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Córrego Capão da Onça nos pontos C1, C2 e C3 na estação seca e chuvosa.	73
Tabela 16 - Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Córrego Bucanhão nos	

pontos B1 e B2 na estação seca e chuvosa.	75
Tabela 17 - Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Rio Descoberto no ponto A1 na estação seca e chuvosa.	77
Tabela 18 – Apresentação centralizada do IQA e Qualidade da Água para os Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3,), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) na estação seca e chuvosa no Distrito Federal.	78

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Aplicação PRAVIA no ponto C1 – Período Seco	111
APÊNDICE 2 – Aplicação PRAVIA no ponto C2 – Período Seco	113
APÊNDICE 3 – Aplicação PRAVIA no ponto C3 – Período Seco	115
APÊNDICE 4 – Aplicação PRAVIA no ponto B1 – Período Seco	117
APÊNDICE 5 – Aplicação PRAVIA no ponto B2 – Período Seco	119
APÊNDICE 6 – Aplicação PRAVIA no ponto A1 – Período Seco	121
APÊNDICE 7 – Aplicação PRAVIA no ponto C1 – Período Chuvoso.....	123
APÊNDICE 8 – Aplicação PRAVIA no ponto C2 – Período Chuvoso.....	125
APÊNDICE 9 – Aplicação PRAVIA no ponto C3 – Período chuvoso.....	127
APÊNDICE 10 – Aplicação PRAVIA no ponto B1 – Período Chuvoso.....	129
APÊNDICE 11 – Aplicação PRAVIA no ponto B2 – Período Chuvoso.....	131
APÊNDICE 12 – Aplicação PRAVIA no ponto A1 – Período Chuvoso.....	133

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ANA	Agência Nacional de Águas
ACT	Acordo de Cooperação Técnica
AEM	Avaliação Ecológica do Milênio
BHAD	Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EMAP	Environmental Monitoring and Assessment Program
EMATER-DF	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
FLONA	Floresta Nacional
EPA	Environmental Protection Agency
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IQA	Índice de Qualidade da Água
NAWWA	National Water-Quality Assessment Program
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida de Rio
PIB	Produto Interno Bruto
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPAD	Programa Produtor de Água no Descoberto
PRAVIA	Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental
PSA	Pagamento por Serviço Ambiental
SBRD	Sub-bacia do Rio Descoberto
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UGP	Unidade de Gestão de Projeto
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos no Brasil evoluiu com a Lei nº 9433/1997 (Lei das Águas) (BRASIL, 1997), que substituiu o antigo Código das Águas de 1934 e criou a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e a Agência Nacional das Águas (ANA) (VASCONCELOS, 2020).

Para mais, foi definido as bacias hidrográficas, como unidade de gestão das águas superficiais. A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório (TUCCI; HESPANHOL; NETO, 2000).

Um dos principais objetivos da PNRH é a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável, assim, manter a segurança hídrica de um país deve fazer parte do planejamento e gestão dos seus recursos hídricos (CAMPOS, 2003).

Conforme aponta o Programa para a Água da Organização das Nações Unidas (UN-WATER), segurança hídrica significa:

“a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água, e para preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.” (UN-WATER, 2013, p. 6)

O foco na segurança hídrica serve como base para orientar a gestão dos recursos hídricos com o objetivo de obtenção de resultados efetivos para garantir a disponibilidade da água para a população, e resguardar a água na ocorrência de eventos hidrológicos críticos. Sem a segurança hídrica, não há como garantir a universalização do serviço de abastecimento de água em um país (FIGUEIREDO, 2020).

As estratégias para a segurança hídrica começam com a conservação, por sua múltipla função de garantir o armazenamento e a retenção de água no solo. Garantir a água nos mananciais é assegurar a proteção dos ecossistemas, a satisfação das necessidades básicas da população, a produção de alimentos e o usufruto da água para as finalidades conforme a bacia e os ecossistemas demandam e necessitam (ROSA, 2019).

O conflito pelo uso da água é resultante de um desequilíbrio entre os usos, da quantidade e da qualidade da água (DI MAURO, 2014). A crise pode ser agravada por eventos extremos, pelo desmatamento e pela falta de investimento na infraestrutura

hídrica.

O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e consequentemente, os usos múltiplos da água alteram as características físico-químicas e ambientais não apenas dos corpos hídricos, mas também de suas margens e do seu entorno (VARGAS; FERREIRA JÚNIOR, 2012). É necessário compreender a dinâmica dos ecossistemas no qual essas fontes se inserem e como estas são impactadas buscando a garantia do bem estar humano sem a degradação acentuada dos ecossistemas.

Para a tomada de decisões nos processos de gestão ambiental é importante o estabelecimento de métodos de avaliação que sejam eficientes, e assim, se faz necessário o monitoramento dos rios que pode ser realizado através da medição de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos (TUCCI; HESPANHOL; NETO, 2000).

Estes métodos de avaliação são importantes para o estabelecimento de indicadores de potabilidade ou qualidade da água para o uso humano. Neste contexto, também se inserem os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs), que levam em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos através de uma metodologia simples e de rápida aplicação com a finalidade de mensurar a qualidade ambiental (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008).

Os PARs permitem avaliar os níveis de impactos em trechos de rios e constituem uma importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental, que consiste em uma inspeção visual do ambiente que substitui ou que agrega indicadores aos resultados das tradicionais análises físico-químicas e bacteriológicas de qualidade da água (MELO, 2020).

É sabido que as mudanças climáticas têm intensificado a crise hídrica no Distrito Federal, afetando diretamente os padrões de precipitação e aumentando a frequência e a intensidade de períodos de seca. O aquecimento global tem alterado o regime de chuvas, tornando os períodos secos mais prolongados e as chuvas mais irregulares e intensas. Isso compromete a recarga dos reservatórios e reduz a disponibilidade de água para abastecimento público, agricultura e outras atividades (MESQUITA; LINDOSO; RODRIGUES FILHO, 2018).

A crise hídrica no Distrito Federal teve seu auge entre 2016 e 2017, quando os reservatórios que abastecem a região chegaram a níveis alarmantes devido à escassez de chuvas. A situação foi agravada pela combinação de baixos índices pluviométricos, o aumento da demanda e a degradação de áreas de captação de água. Durante esse período, o racionamento de água foi implementado em algumas regiões, e medidas emergenciais

foram tomadas para garantir o abastecimento. No entanto, a crise hídrica no DF é um problema recorrente, que tem se intensificado nos últimos anos (PASSOS *et al.*, 2020).

Diante dessa situação, foi criado o Projeto Produtor de Água no Descoberto (PPA Descoberto) por meio do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) nº 07/2019 da Agência Nacional de Águas, com a visão de tornar a bacia do Alto Rio Descoberto referência na produção sustentável de água e alimento (ANA, 2019). Para isso, o PPA Descoberto aborda estratégias que promovem a cooperação entre instituições, a valorização dos produtores rurais, a conservação e a restauração dos ecossistemas locais, e a transferência de benefícios financeiros aos produtores que aderem ao programa (ENGEPLUS, 2020).

Dessa forma, Programa Produtor de Água no Descoberto pretende incentivar as boas práticas de uso sustentável dos recursos naturais, manejo, conservação do uso da água e do solo, com intuito de proteger áreas conservadas e representativas das tipologias do Cerrado (AQUAFLOA, 2020). Trará ainda ganho aos produtores rurais da região com estratégias sustentáveis que são importantes para a manutenção dos processos ecológicos da água, assegurando a perpetuidade da vocação rural da região, promovendo ainda a adequação e regularização ambiental de propriedades rurais como formas de proteção da água na bacia (ENGEPLUS, 2020).

Assim, o objetivo geral deste estudo é realizar um diagnóstico da conservação dos recursos hídricos das Microbacias dos córregos do Bucanhão, Capão da Onça e Rio Descoberto pertencentes à Sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Descoberto, prioritárias do Projeto Produtor de Água no Descoberto.

Para isso tem-se como objetivos específicos:

- a) Aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida para inferir sobre a conservação dos recursos hídricos das microbacias dos córregos Bucanhão, Capão da Onça e Rio Descoberto nas regiões do Núcleo Rural do Capão da Onça e FLONA 4 em Brazlândia/DF;
- b) Determinar o índice de qualidade da água (IQA) para avaliar a qualidade da água dos córregos do Bucanhão, Capão da Onça e Rio Descoberto, e
- c) Sugerir ações que visem a conservação da água na área de estudo como produto final do mestrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão Hídrica no Brasil

Existe uma distribuição desigual dos recursos hídricos no Brasil, apesar de possuir uma grande oferta de água doce em termos globais, 12% das reservas do planeta, existem grandes disparidades na distribuição das águas superficiais no país, sendo necessários instrumentos de planejamento para orientar a sociedade e, mais particularmente, a atuação dos gestores, no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção, conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos (ANA, 2011).

Ao longo da história, os ciclos hidrológicos e a distribuição quantitativa do armazenamento de água superficial e subterrânea foram se alterando com o desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas que produziram inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água (TUNDISI, 2005).

O primeiro instrumento a contemplar a questão hídrica no Brasil encontra-se em documentos do reino, no Alvará do ano de 1804, e aplicado ao Alvará de 1818, onde consta que os rios navegáveis e caudais pertenciam ao reino, sendo, portanto, necessária a concessão do império para sua utilização (BRASIL, 1804).

O mesmo instrumento também estabelece que as águas derivadas de rios e ribeiras podiam ser utilizadas por particulares, na indústria e para irrigação, e, no § 11, independentemente de serem as águas patrimônio Real ou não, “*uma povoação em comum ou algum proprietário em particular*” necessitando construir algum canal ou levada para “*tirar água de algum Rio, Ribeira, Paul ou Nascente*” seja para “*regar suas terras ou para as esgotar sendo inundadas*”, deveria requerer licença a um Ministro da Vara Branca do Termo ou Comarca, ao qual caberia demarcar o lugar por onde passaria a dita construção (BRASIL, 1804).

Da Silva (2017) apontou que a criação de leis voltadas para a gestão de recursos hídricos foi sendo ampliada e aprimorada para gerenciar a demanda do uso dos recursos hídricos, porém no início se mostraram omissas ou incipientes não oferecendo proteção às águas, nem critérios amplos para o seu uso:

- A Constituição de 1824 assegurou o direito de propriedade em toda a sua plenitude e as águas de mananciais e subterrâneas pertenciam ao proprietário das terras.

- A Constituição de 1891 ressaltou que era o Congresso Nacional que tinha competência privativa para legislar sobre a navegação dos rios que banhassem mais de um estado ou sobre águas que se estendessem a territórios estrangeiros.
- O Código Civil de 1916 intitulado “Dos Direitos de Vizinhança do Uso Nocivo da Propriedade”, considerava a utilização da água como um bem essencialmente privado e de valor econômico limitado, assegurando ao proprietário o usufruto dela, devendo apenas atentar-se a respeitar os direitos de vizinhança.

Outro importante instrumento de gestão hídrica foi instituído a partir da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que designou o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) como órgão responsável em assegurar a qualidade ambiental (DA SILVA, 2017).

O PNMA reforçou os princípios jurídicos sobre a proteção das águas, estabeleceu normas, critérios e padrões relativos ao controle e qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos (JUNGSTEDT, 2002).

A concepção da água como recurso hídrico foi inovada na Constituição Federal (1988), que merece notoriedade, extinguindo também o domínio das “águas privadas” (DA SILVA, 2017).

A Lei nº. 9.433 de 1997, conhecida como lei das águas, designou a competência da União para legislar sobre as águas adotando a bacia hidrográfica como unidade de gestão, que passou a ser a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997).

Desta feita, conforme Tundisi (2005):

- O SINGREH tem o objetivo de coordenar a gestão integrada das águas, além de planejar e regular seu uso, prevenção e recuperação, arbitrando, de forma administrativa, conflitos relacionados a esses recursos;
- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, integrante do SINGREH, deve articular o planejamento dos recursos hídricos em âmbito nacional, regional e estadual, deliberando sobre projetos que extrapolem o âmbito dos Estados, estabelecendo diretrizes e acompanhando a execução do PNRH.

- Os Comitês de Bacias Hidrográficas atuarão na área da respectiva bacia hidrográfica, arbitrando conflitos com a promoção de debates relacionadas a questões hídricas.
- As Agências de águas terão a mesma área de atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, sendo criadas após a existência dos comitês. As Agências devem manter cadastro de usuários de Recursos Hídricos, fornecer balanço atualizado da disponibilidade desses recursos, gerir sistema de informação e elaborar o Plano de Recursos Hídricos, entre outras funções.

Especificamente, os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, são descritos no Art. 5º desta Lei.

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
 I - os Planos de Recursos Hídricos;
 II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
 III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
 IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
 V – [revogado];
 VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Cada instrumento tem a função de orientar e racionalizar o uso das águas brasileiras, oferecendo mecanismos para e organizar a gestão por meio de ações de planejamento, regulação, fiscalização e divulgação de informações.

A definição de enquadramento estabelece um padrão de excelência a ser preservado ou alcançado em uma área específica de água ao longo do tempo. Este conceito vai além de uma simples categorização, pois serve como uma ferramenta de planejamento, fundamentada não apenas na condição atual do corpo de água, mas nos padrões de qualidade que são considerados necessários para atender às demandas estipuladas pela sociedade (ANA, 2019).

O objetivo do enquadramento dos corpos d'água é assegurar que a qualidade das águas atenda aos padrões mais rigorosos para os usos pretendidos e minimizar os custos associados ao combate à poluição, por meio de medidas preventivas contínuas (PASSOS; MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2018).

Neste contexto existem metas progressivas intermediárias que são obrigatórias para atender às demandas da população visando aprimorar a qualidade da água. Essa classificação categoriza os corpos hídricos em águas doces (nas classes 1, 2, 3 e 4), águas salinas (nas classes especial, 1, 2 e 3) e águas salobras (nas classes especial, 1, 2 e 3) (ANA, 2019).

Um exemplo é o abastecimento público, que pode empregar águas das classes especial até a classe 03, dependendo do tratamento necessário. No entanto, a classe 04 não é adequada para essa finalidade nem para qualquer outro uso humano, pois a qualidade dessa água é inferior e os tratamentos para torná-la apropriada são extremamente dispendiosos (PASSOS; MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2018).

A outorga e cobrança exemplificam a gestão dos recursos hídricos ao influenciar decisões relacionadas à promoção do uso, controle e preservação desses recursos (SILVA, 2013).

A cobrança, ao conferir um valor econômico à água, desempenha um papel crucial na regulação do seu uso, visando manter o equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade (ANA, 2019).

A ANA (2019) destaca que essa cobrança não privatiza a água, mas sim proporciona um meio de controle e direção já sendo aplicada em vários setores e regiões do Brasil, em diversas bacias hidrográficas, sendo essencial para promover o uso responsável da água entre os usuários.

A outorga representa o mecanismo através do qual o poder público concede ao interessado o direito de utilizar os recursos hídricos de forma exclusiva. Esse processo garante o controle tanto da quantidade quanto da qualidade da água utilizada, o que visa regular sua exploração com o objetivo de garantir a disponibilidade hídrica para promover o acesso universal à água (GRANZIERA; 2006).

Assim, pode se concluir que a institucionalização da gestão das águas no Brasil incorporou em seus princípios a atribuição de valor econômico à água e estabeleceu a participação social na gestão desse recurso natural como pressuposto de sustentabilidade do sistema (VARGAS; FERREIRA JÚNIOR, 2012).

2.1.1 Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

A água é, provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade (ROSS; PRETTE, 1998).

É fundamental enquanto recurso natural, desempenhando papéis vitais como componente bioquímico em organismos vivos, habitat para diversas espécies vegetais e animais, símbolo de valores sociais e culturais, e até mesmo como elemento facilitador na produção de uma variedade de bens de consumo final e intermediário (MACHADO,

2019).

Os usos múltiplos da água produzem impactos complexos com efeitos diretos e indiretos na economia, na saúde humana, no abastecimento público e na qualidade de vida das populações humanas e na biodiversidade, comprometendo a qualidade dos “serviços” aquáticos superficiais e subterrâneos (TUNDISI, 2005).

Esses usos múltiplos podem ser entendidos como as inúmeras possibilidades de utilização de um corpo hídrico, que incluem desde o abastecimento doméstico e industrial, a irrigação, a pesca, a navegação, a aquicultura, a recreação, a harmonia paisagística, a dessedentação de animais e até mesmo a diluição de efluentes (BRASIL, 2005).

De acordo com a ONU, a Segurança Hídrica pressupõe a gestão da água de forma planejada, com infraestrutura adequada para que haja disponibilidade de água de maneira sustentável em todo o ciclo da água. Além da importância do enfoque multidisciplinar para a contribuição do desenvolvimento socioeconômico e o reforço da resiliência da sociedade para os impactos ambientais e doenças transmitidas pela água, sem comprometer a saúde atual e futura das populações e ecossistemas (UNITED NATIONS, 2013).

Para Jacobi, Fracalanza e Silva-Sánchez (2015), a busca pela sustentabilidade ambiental deve ter como premissa inicial para o delineamento de políticas de recuperação de recursos hídricos. Nesse sentido, a gestão das águas tem se tornado um tema prioritário na agenda internacional com a constatação de que a água é um recurso natural do qual as atividades econômicas e sociais dependem, assim como o equilíbrio das funções ecossistêmicas. O desafio cresce com as perspectivas de aumento da demanda de água em 40% até o ano de 2030 (UNESCO, 2012).

Sustentabilidade é um propósito para toda a humanidade e é alvo dos países que integram a Organização das Nações Unidas (ONU), que deverá ser alcançado a partir dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que hábitos como o consumismo estão levando recursos naturais ao esgotamento, além de destruir espécies da flora e fauna e provocar uma crise climática preocupante. Sabe-se que os rios são provedores de importantes serviços ecossistêmicos, dentre os quais se destacam seus aspectos de quantidade, como regulação de cheias, e de qualidade, como purificação da água para o consumo (POSTEL; THOMPSON; BARTON, 2005).

O lançamento de grandes quantidades de efluentes sem tratamento adequado e/ou com intensidade, concentração e características em desacordo dos padrões

estabelecidos em legislação têm alterado os ecossistemas aquáticos de maneira significativa (FRINHANI; CARVALHO, 2010).

Assim, de acordo com Rodrigues, Malafaia e Castro (2008) para conter o processo de deterioração e prevenir alterações na estrutura dos ecossistemas das águas, para que haja melhor aproveitamento dos recursos existentes nos rios, torna-se necessário a utilização de ferramentas de monitoramento destes ecossistemas.

2.1.2 Manejo de Bacias Hidrográficas

O manejo de bacias hidrográficas refere-se à gestão sustentável dos recursos naturais de uma área delimitada, com o objetivo de garantir a disponibilidade de água em termos de quantidade e qualidade, que englobam ações para controle de erosão, prevenção de enchentes e preservação dos aspectos visuais relacionados à presença de água (FERNANDES *et al.*, 2015).

Uma descrição mais sucinta do conceito de manejo de bacias hidrográficas é a gestão dos recursos naturais de uma determinada área de drenagem, com foco principal na produção e conservação da água (LOPES, 2016).

Os principais objetivos do manejo de bacias incluem: a) harmonizar a produção com a preservação ambiental; e b) coordenar as atividades de diversas instituições em diferentes áreas de conhecimento para garantir que todas as atividades econômicas na bacia sejam sustentáveis e integradas (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2002).

A microbacia é uma unidade física ideal para estudos e planejamento integrado e racional de recursos naturais e renováveis, devido à sua estrutura natural e ao seu ecossistema (FERNANDES *et al.*, 2015).

Em relação à unidade de análise e intervenção, a microbacia hidrográfica é considerada a unidade de planejamento mais adequada, pois possibilita um controle mais direcionado dos recursos humanos e financeiros. Isso facilita a integração das práticas de manejo do solo e da água, bem como a organização comunitária água (LOPES, 2016).

A unidade de microbacia hidrográfica simplifica a implementação de ações integradas para manter o equilíbrio do ecossistema com o propósito de restaurar e preservar os recursos naturais, especialmente o solo e a água. Isso é alcançado sem comprometer a produtividade agrícola, pois as práticas de conservação garantem a sustentabilidade da propriedade, reduzem os custos e aumentam os lucros dos agricultores a longo prazo (MACHADO; STIPP, 2003).

O trabalho realizado em microbacias oferece condições que viabilizam a

conciliação entre as atividades produtivas e a conservação ambiental, promovendo assim um desenvolvimento sustentável, permitindo ainda, a análise da relação interdependente entre os diversos elementos envolvidos, constituindo-se em uma ferramenta de grande relevância, pois as microbacias possuem limites bem definidos e funcionam como sistemas abertos e sensíveis a qualquer mudança no ambiente, cujos efeitos podem ser avaliados por meio da análise da qualidade da água (OKI, 2002).

Assim, o manejo sustentável das microbacias hidrográficas busca utilizar os recursos naturais de maneira que assegure a preservação da saúde do ecossistema. Através da organização do uso da terra e outros recursos naturais em escala de microbacia, é possível produzir bens e serviços sem causar danos irreversíveis ao solo e à água, empregando como ferramenta o planejamento direcionado das atividades e uso do solo (LIMA; ZAKIA, 1998).

Diante disso, discute-se a inclusão de instrumentos econômicos de incentivos, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que implica em debates sobre aspectos sociais e equidade, além de representar uma lógica de eficiência econômica (NUSDEO, 2012). O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), com princípio do "usuário-pagador" ao focar o fornecimento do serviço, adotando o princípio do "provedor-recebedor", onde os usuários pagam e os conservacionistas recebem. Além de seu aspecto econômico, os sistemas de PSA também promovem a conscientização ambiental por meio da educação, ao estabelecer uma nova relação entre os provedores de serviços, os beneficiários e a natureza (CLAASSEN *et al.*, 2001).

O Pagamento por Serviços Ambientais pode ser uma ferramenta eficaz para oferecer compensação financeira a quem preserva e restaura a vegetação nativa, conforme Lei federal nº 12.651/12. Esta Lei conceitua a Área de Proteção Permanente (APP), que é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; e a Reserva Legal (ARL) é área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Nesse contexto, foi criado o Projeto Produtor de Água do Descoberto, que definiu três Microbacias como prioritárias, entre elas a do Bucanhão e do Capão da Onça

e, em um primeiro diagnóstico, elencou entre seus objetivos a conservação dos ativos já existentes e a restauração de 50% de APP e RL, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Ações para implantação do PPA no Descoberto.

Ação prevista	Recomposição de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP) hídricas (margens, nascentes, veredas e campos de murundus).
Metas	Córrego Bucanhão: restauração de 5,5 ha.
	Córrego Capão da Onça: restauração de 11 ha.
Ação prevista	Conservação de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP) hídricas (margens de rios, nascentes, veredas e campos de murundus).
Metas	Córrego Bucanhão: conservação de 35 ha.
	Córrego Capão da Onça: conservação de 34 ha.
Ação prevista	Recomposição de vegetação nativa em áreas de Reservas Legais
Metas	Córrego Bucanhão: restauração de 6 ha.
	Córrego Capão da Onça: restauração de 18 ha.
Ação prevista	Conservação de vegetação nativa em áreas de Reservas Legais.
Metas	Córrego Bucanhão: conservação de 20 ha.
	Córrego Capão da Onça: conservação de 27 ha.

Fonte: Adaptado de Aquaflora (2020).

2.2. Monitoramento Ambiental

O Brasil é lar de uma das mais amplas redes fluviais do mundo, com rios que variam consideravelmente em comprimento, largura e profundidade. Devido a esse vasto alcance, é essencial entender como as atividades humanas afetam a estrutura ecológica e a função das bacias hidrográficas para melhorar sua preservação e manejo (ROSS; PRETTE, 1998). Sabe-se que em áreas onde o crescimento populacional é mal planejado, a integridade ambiental é prejudicada (FIRMINO; MALAFAIA; RODRIGUES, 2011).

Nas últimas décadas os corpos de água que cortam as cidades brasileiras vêm apresentando um quadro preocupante na questão da qualidade de suas águas, visto que as

pressões antrópicas exercidas nesses meios acarretam um maior comprometimento das características desejáveis à demanda hídrica para fins de atendimento aos usos múltiplos da água, conforme salienta Almeida (2014), e um dos resultados desse cenário é a escassez de água em qualidade e quantidade adequada.

Nesse sentido, a faixa de vegetação nas margens dos córregos e rio exerce papel importante de manter a morfologia do rio, desempenhando funções ambientais, como aumento da infiltração de água no solo no caso de enchentes, retenção de sedimentos e nutrientes, regulação da temperatura da umidade e do ar, além de manter os corredores ecológicos (LIMA; ZAKIA, 2000).

Segundo Maddock (1999), o desmatamento favorece a perda da zona tampão entre os sistemas aquático e terrestre adjacentes, e neste contexto a zona ripária tem importante papel na proteção das nascentes e cursos d'água formadores de rios. Além disso, o lançamento de efluentes domésticos e industriais, e flutuações do nível de água em épocas de chuva levam a sérios problemas de erosão, o que pode provocar o carregamento de sedimentos e consequente assoreamento de cursos d'água (CALLISTO; MORENO, 2006).

Cabe acrescentar que o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) propõe a analisar o ambiente como um todo, não levando em consideração os parâmetros físico-químicos e biológicos, mas sim aspectos de observação rápida e análises qualitativas, enquanto que a mensuração do Índice da Qualidade da Água (IQA), utilizado pelas agências ambientais, visa analisar a qualidade da água e não o ambiente ao seu redor, estudando somente compostos presentes nela (CALLISTO *et al.*, 2002).

Para Goulart e Callisto (2003), a capacidade de autodepuração, a diluição dos efluentes e o ponto de coleta podem ter influência direta nos valores das variáveis, além do que, o monitoramento físico e químico da água é pouco eficiente na detecção de alterações na diversidade de habitats e microhabitats e insuficiente na determinação das consequências da alteração da qualidade de água sobre as comunidades biológicas.

O resultado de todas as interferências antrópicas nos cursos d'água ocasiona a desestruturação dos habitats para a biota aquática, reduzindo as interações entre os rios e sua bacia hidrográfica (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006).

Assim, conhecer os aspectos químicos e biológicos de um ecossistema aquático, bem como os seus mecanismos de funcionamento e suas propriedades físicas, constituem uma importante ferramenta de gerenciamento dos recursos hídricos (STRASKRABA; TUNDISI, 2000).

No Brasil, o monitoramento da qualidade da água aparece na legislação federal na década de 1970, por meio da Portaria GM-0013 de 15 de janeiro de 1976, da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), que estabeleceu uma das primeiras classificações para os corpos d'água superficiais, com os respectivos padrões de qualidade e de emissão de efluentes associados a classes de uso preponderante que foi substituída pela Resolução CONAMA 357/2005 e alterada pela resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011).

Apesar dos avanços estabelecidos na legislação vigente, de acordo com Goulart e Callisto (2003), a avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos é realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físico-químicas juntamente com a avaliação de variáveis microbiológicas (coliformes totais e fecais) que em conjunto são responsáveis pela classificação e enquadramento de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas.

A identificação imediata de modificações nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas da água, com detecção precisa na determinação destas concentrações alteradas, são vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas fluviais, porém, estas variáveis fornecem somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (WHITFIELD, 2001).

2.2.1 Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)

A preocupação em caracterizar os atributos físicos dos rios emergiu em meados da década de 1980, em programas de monitoramento dos recursos hídricos, a exemplo do Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP) da Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 1987) e o National Water-Quality Assessment Program (NAWWA) do Serviço Geológico dos Estados Unidos (PLAFKIN *et al.*, 1989).

Em dezembro do ano de 1986, o administrador adjunto da Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 1987), iniciou um grande estudo das atividades de monitoramento de águas superficiais (BARBOUR *et al.*, 1999). Estes autores apontaram que deste estudo resultou um relatório intitulado “*Surface Water Monitoring: A Framework for Change U.S.*” (EPA, 1987), que enfatizou a reestruturação dos programas de monitoramento existentes com orientações para abordagens de baixo custo, identificação de problemas e avaliação das tendências cujo objetivo final seria o desenvolvimento e aplicação de técnicas de monitoramento.

Plafkin *et al.* (1989) publicaram um documento em 1989 que estabeleceu os

primeiros protocolos, o “*Rapid Bioassessment Protocols*” (RBPs), que forneciam dados básicos sobre a vida aquática para fins de gestão dos recursos hídricos, como resposta as recomendações do relatório da U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 1987)

A aplicação do protocolo pelas Agências Estaduais de Recursos Hídricos nos Estados Unidos contribuiu para o aprimoramento do RBPs originais, adequando-os às especificidades regionais (BARBOUR *et al.*, 1999).

Desta maneira, os protocolos foram concebidos para serem aprimorados e adequados, conforme as especificidades regionais, incorporando a qualificação das várias características da corrente do canal e da morfologia das margens, com a finalidade de caracterizar a estrutura física dos segmentos de rios e de sua planície de inundação (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

De acordo com Barbour *et al.* (1999), os Protocolo de Avaliação Rápida (PARs) dividem-se em dois tipos, podendo-se ter diversas subdivisões, dependendo do objetivo da avaliação, a saber: avaliação das características físicas do habitat (características dos fluxo d’água, tipo de substrato, erosão, cobertura vegetal da margens) e avaliação da comunidade aquática (comunidade perifítica, macroinvertebrados bentônicos e peixes). As informações obtidas advindas da aplicação do protocolo são imprescindíveis para a preservação dos recursos hídricos, no entanto, com frequência, os protocolos precisam sofrer algum tipo de adaptação devido ao ecossistema a ser analisado.

O potencial biológico de um rio é limitado pela qualidade do meio físico, onde é formado um conjunto dentro do qual as comunidades biológicas se desenvolvem. Assim, variações nas condições físicas do ambiente afetam diretamente o padrão de vida, a população e a distribuição micro ou macrogeográfica de organismos aquáticos (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997). Barbour e Stribling (1990) pontuaram que as condições do meio físico de um rio influenciam a qualidade da água e suas condições biológicas.

Conforme comentado anteriormente, a mata ripária possui importantes funções hidrológicas, essa vegetação contribui significativamente para o aumento da capacidade de armazenamento da água, isolando estrategicamente o curso d’água dos terrenos mais elevados nas microbacias, contribuindo de forma eficaz para a filtragem superficial de sedimentos, ciclagem de nutrientes e para o aumento da vazão na estação seca (PLATTS *et al.*, 1987).

Nesse sentido, Lima e Zakia (2000) reforçaram que o habitat ciliar desempenha um papel fundamental na determinação da saúde geral dos ecossistemas aquáticos, sendo

que, em períodos de inundação (fenômeno que faz parte da dinâmica natural, porém intensificado pelas ações antrópicas), essas áreas desempenham importante papel no escoamento e infiltração das águas.

Assim, o estudo da qualidade do habitat físico é essencial em qualquer pesquisa biológica, uma vez que, a fauna aquática apresenta exigências específicas que não necessariamente estão associadas com a qualidade da água dos ambientes em estudo (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

De acordo com Bersot, Menezes e Andrade (2015), os PARs, a partir de parâmetros físicos do habitat, são:

- ferramentas que proporcionam análises qualitativas não apenas de rios, mas também dos ecossistemas que estejam inseridos;
- compostos por *check lists* que avaliam determinados parâmetros e permitem obter uma pontuação do estado de conservação em que os rios se encontram;
- exame das condições do corpo d'água através da observação, *in situ*, de uma lista de parâmetros físicos e biológicos; e
- adaptados, uma vez que o ecossistema fluvial estudado pode apresentar diferentes tipos de vegetação, clima, solo, relevo, dentre outros aspectos.

Por exemplo, os PARs que tomaram como orientação o trabalho de Barbour *et al.* (1999) e Callisto *et al.* (2002), desenvolvidos com base nos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) e por Hannaford *et al.* (1997), apresentam os seguintes aspectos físicos: 1) substrato de fundo; 2) complexidade do habitat; 3) qualidade dos remansos; 4) velocidade da corrente; 5) proteção e estabilidade dos barrancos; 6) cobertura vegetal das margens; 7) extensão da mata ciliar e 8) ação antrópica.

Sendo assim, a observação detalhada dos parâmetros do habitat, e como eles funcionam são necessários para obtenção dos resultados, pois, todos os parâmetros observados e aplicados na análise do protocolo são fundamentais para a compreensão da área de estudo, possibilitando a análise do ecossistema que a envolve (BERSOT; MENEZES; ANDRADE, 2015).

Para a aplicação do PAR é importante buscar uma área de referência dos resultados. Esta área deve apresentar baixas interferências antrópicas, ou seja, ecossistemas considerados em condições naturais (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006). Segundo Plafkin *et al.*, (1989) esses locais são tomados como

“referência” partindo-se da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições biológicas mais favoráveis.

A partir do ponto de referência são feitas as análises da qualidade ambiental dos outros pontos, dessa forma, o valor obtido na aplicação do PAR na área de controle será um limite de referência para aplicação do PAR na área estudada (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

Para Resh e Rosenberg (1993) o gradiente de estresse ambiental é definido a partir da observação de locais conservados a locais com vários graus de alterações, desde os pouco alterados até os muito degradados.

De maneira geral, os Protocolos de Avaliação Rápida avaliam, de acordo com Vargas e Ferreira Junior (2012) e Hannaford *et al.* (1997):

- as características de regimes fluviais e níveis de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, dando maior ênfase à qualidade da água e do substrato, e menor pontuação, caso ocorra, a presença de erosão e baixa cobertura vegetal das margens.
- a complexidade do habitat e o seu nível de conservação, atribuindo maior importância às características do fluxo d’água, e ao tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, e menor pontuação à baixa estabilidade das margens e plantas aquáticas.

Nestes protocolos a pontuação final de 0 a 40 representa áreas consideradas “impactadas”, de 41 a 60 áreas “alteradas” e de 61 a 100 áreas “naturais” (VARGAS; FERREIRA JÚNIOR, 2012).

Atualmente esses instrumentos são largamente utilizados nos bancos acadêmicos de pesquisas, não tendo ainda, infelizmente, uma utilidade definida pelas agências ambientais (BERGMANN; PEDROZO, 2008).

Nesta perspectiva, atividades educativas e de pesquisas na determinação dos aspectos físicos do habitat ou na pontuação a ser utilizada, ligadas à preservação dos ambientes fluviais utilizando os PARs foram adaptadas, conforme o bioma de interesse, e alguns estudos podem ser destacados: Minatti-Ferreira e Beaumord (2006); Pinheiro (2007); Bergmann e Pedrozo (2008); Rodrigues e Castro (2008); Rodrigues (2008); Lobo, Voos e Abreu Júnior (2011); Firmino, Malafaia e Rodrigues (2011); Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012); Rodrigues *et al.* (2012); Carvalho, Russo e Nakagaki (2014); Moraes *et al.* (2015); Barbosa Neto (2016); Rangel e Boelho (2017) e Machado

(2019).

Corroborando ainda, a manutenção e a preservação de ecossistemas de rios e riachos são necessidades urgentes requeridas pela sociedade moderna, e nesse sentido, é possível verificar os locais de aplicação dos PARs e seus resultados nas seguintes pesquisas abaixo relacionadas, conforme quadro 2:

Quadro 2 - Exemplos de estudo que utilizaram os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) em Território Brasileiro divididos por bioma.

Estado (cidade ou localização)	Regime Fluvial	Número de trechos avaliados	Resultados	Autore(s)
MATA ATLÂNTICA				
Minas Gerais (Sul da cordilheira do Espinhaço)	Córregos e Rios do Parque Nacional da Serra do Cipó	7	5 Natural 2 Alterado	Callisto <i>et al.</i> (2002)
Rio de Janeiro (Paraty)	Parque Nacional da Bocaina	7	1 Natural 2 Alterado 4 Impactado	
Paraná (Mercedes)	Trecho superior do Rio Sanga Mineira	6	2 Natural 2 Alterado 2 Impactado	Dillenburg (2007)
Paraná (Guarapuava)	Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel	20	55% Alterado 45% Impactados	Krupek (2010)
	Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras	20	65% Natural 5% Alterado 30% Impactado	
Espírito Santo (Afonso Cláudio)	Ribeirão Arrependido	19	3 Natural 15 Alterados 1 Impactado	Vargas; Ferreira Júnior (2012)
	Ribeirão Empossado	16	4 Natural 9 Alterado 3 Impactado	
Rio de Janeiro (Trajano de Moraes e Santa Maria Madalena)	Rio Imbé	6	4 Alterados 1 Impactado 1 Natural	Bersot; Menezes; Andrade (2015)
São Paulo (Jaú – 80% perímetro urbano)	Bacia hidrográfica do Córrego dos Pires	12	1 Natural 2 Semi-naturais 2 Alterados 2 Muito alterados 5 Impactados	Rezende; Luca (2017)
São Paulo (Ubatuba)	Rio Aracaú	4	2 Natural 2 Alterado	Santos; Batalla (2017)
Rio Grande do Sul (Caxias do Sul)	Foz do Rio Tega	1	1 Natural	Sutil <i>et al.</i> (2018)
	Nascente do Rio Tega	1	1 Alterado	
	Montante do Rio Tega	1	1 Impactado	
Paraná	Rio Palmital	9	2 Bom 6 Regular 1 Ruim	Campos; Nucci (2019)

(Região Metropolitana de Curitiba)				
Santa Catarina (Região Sul do Estado)	Bacia Hidrográfica do Rio Aranrangúá	6	1 Natural 3 Alterado 2 Impactado	Silva <i>et al.</i> (2023)
Santa Catarina (Florianópolis)	Rio Ratoes	8	4 Natural 3 Alterado 1 Impactado	Silva; Rodrigues; Fonseca (2023)
	Rio Itacorubi	7	2 Natural 2 Alterado 3 Impactado	
	Rio Tavares	5	3 Natural 1 Alterado 1 Impactado	
CERRADO				
Minas Gerais (Itaúna)	Nascentes Perenes no alto da bacia hidrográfica do Rio São João	464	97 natural 219 alterado 148 Impactado	Xavier; Teixeira (2007)
Minas Gerais	Vários trechos de rios na área urbana de Ouro Preto e Parque Estadual do Itacolomi	7	2 Regular 1 Péssima 3 Ótima 1 Boa	Rodrigues, Malafaia, Castro. (2008a)
Goiás (Rio Verde, Santa Helena de Goiás)	Bacia do Rio São Tomás	5	4 Natural 1 Alterado	Pimenta; Peña; Gomes (2009)
Distrito Federal (Brasília)	Sub-bacia do Ribeirão Mestre d’Armas	14	3 Natural 8 Alterado 3 Impactado	Padovesi <i>et al.</i> (2010)
Minas Gerais (São Sebastião do Paraíso)	Córrego Liso	6	6 Impactado	Souza; Reis; Sá (2014)
Goiás (Goiania)	Córrego Caveirinha	3	3 Alterados	Rodrigues Neto <i>et al.</i> (2016)
Goiás (Luziânia)	Microbacia do Ribeirão Mantiqueira	8	3 Natural 4 Alterado 1 Impactado	Melo (2020)
	Microbacia do Ribeirão Sarandi	7	3 Natural 4 Alterado	
Minas Gerais (Iberé)	Córrego do Bálamo Período Chuvoso	40	39 Natural 1 Alterado	Anjos; Vasconcelos; Negreiros (2021)
	Córrego do Bálamo/ Período Seco	40	36 Natural 4 Alterado	
Minas Gerais (Tocantins)	Nascentes do Córrego Pindaíba	10	2 Bom 5 Regular 3 Ruim	Dias <i>et al.</i> (2022)
AMAZÔNIA				
Rondônia (Ji-Paraná)	Margens do Rio Machado	3	2 Alterado 1 Impactado	Fim <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Autor (2023).

Os PARs são instrumentos capazes de detectar alterações nos atributos físicos dos habitats atuando como uma ferramenta complementar aos indicadores físicos, químicos e biológicos de análise da água (BARBOUR *et al.*, 1999).

Desta forma, tornam-se mais ágeis e eficientes o gerenciamento dos recursos hídricos, pois através PARs, pode-se perceber e analisar os diferentes estágios de alteração ambiental em uma bacia hidrográfica, uma vez que a verificação precoce de pequenas mudanças possibilita impedir a expansão delas a todo ecossistema, permitindo que medidas mitigadoras sejam desenvolvidas (DILLENBURG, 2007).

Como instrumentos úteis e complementares no estudo do regime fluvial, os PARs auxiliam e geram informações importantes para a compreensão da dinâmica dos sistemas lóticos, como também auxiliam no entendimento das relações existentes entre a exploração expressiva desses sistemas, ou seja, alterações humanas causadas na paisagem tais como, o desmatamento de Matas Ciliares, a ocorrência de erosões, a construção de barragens, a exploração de areia e cascalho e mudanças no canal, com vistas à conservação dos recursos hídricos (RODRIGUES; CASTRO; MALAFAIA, 2010).

Rodrigues e Castro (2008) apontaram que os PARs são uma importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental, onde também oferecem a oportunidade para avaliação dos níveis de impactos antropogênicos em trechos de bacias hidrográficas, facilitando seu monitoramento e a tomada de decisão em relação aos problemas identificados.

Desta feita, a utilização dos PARs no monitoramento e avaliação dos rios, permite ainda, quantificar, as condições ambientais de um determinado trecho fluvial contribuindo com estudos de ordenamento territorial, uma vez que, consideram não apenas os processos fluviais que operam no interior do canal ou bacia de drenagem, mas também outros importantes elementos e processos como os socioeconômicos e as tomadas de decisões (na análise de impacto ambiental de grandes obras) (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008b).

A análise das informações produzidas através dos PARs é útil no monitoramento dos recursos hídricos, contendo informações que podem servir de alerta quando houver ocorrência de acidentes ambientais, contribuindo com medidas mitigadoras aos órgãos ambientais (HANNAFORD; BARBOUR; RESH, 1997).

Assim, para Krupek (2010) os Protocolos para avaliação rápida da integridade ambiental de rios, permitem a obtenção de dados em curto prazo com custos reduzidos, e, quando os resultados obtidos através da aplicação dos protocolos são conectados aos

resultados das tradicionais análises de qualidade da água, a avaliação passa a ter um caráter holístico, possibilitando uma caracterização *in situ* da qualidade física global do habitat nos seguimentos fluviais.

2.2.2 Índice de Qualidade da Água - IQA

A qualidade da água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2007). Mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a composição da água é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. A interferência humana, efetuando despejos domésticos ou industriais ou aplicando defensivos agrícolas no solo, por exemplos, contribui para a introdução de compostos na água, alterando sua qualidade (COSTA; FERREIRA, 2015).

O conhecimento das condições de qualidade dos corpos de água é imprescindível para a proposição do enquadramento. A Resolução CNRH Nº 91/2008 estabelece que o diagnóstico deve abordar dentre outros aspectos, a condição de qualidade das águas superficiais (BRASIL, 2008).

Ainda, as metas da proposição deverão ser elaboradas em função do conjunto de parâmetros de modo a alcançar as classes de qualidade de água pretendidas de acordo com os cenários de curto, médio e longo prazo (BRASIL, 2008).

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil 2005), é uma norma nacional que trata da qualidade da água, estabelecendo a classificação dos corpos hídricos, definindo diretrizes ambientais para seu enquadramento e determinando os limites máximos para parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Em complementariedade aos procedimentos do enquadramento a Resolução CNRH Nº 91/2008 estabelece também, a obrigatoriedade do monitoramento da qualidade da água. O Art. 12 relata que “aos órgãos gestores de recursos hídricos, em articulação com os órgãos de meio ambiente, cabe monitorar os corpos de água e controlar, fiscalizar e avaliar o cumprimento das metas do enquadramento” (BRASIL, 2008).

Para a Resolução CONAMA Nº 357/2005, monitoramento é definido como “medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser continua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água” (BRASIL, 2005).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA_{NSF}) criado pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos em 1970, com a designação Water Quality Index

(WQI) é o mais conhecido e aceito dos IQAs. O WQI vem sofrendo adaptações nas mais diferentes regiões do globo (ALMEIDA, 2014).

No Brasil, o IQA_{NSF} foi adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e é o mais difundido e aplicado (ZUFFO; GENOVEZ, 2006).

O IQA é um modelo matemático simples que reúne nove parâmetros, considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas, a saber: coliformes fecais (termotolerantes), pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

- O oxigênio dissolvido é essencial para os organismos aquáticos que dependem de aerobiose. Ele pode ser derivado da dissolução do oxigênio atmosférico e também ser produzido pelos organismos que realizam fotossíntese (VON SPERLING, 2014).
- O pH (potencial hidrogeniônico) é um indicador da concentração de íons hidrogênio na água, que revela se ela está ácida ($\text{pH} < 7$), neutra ($\text{pH} = 7$) ou alcalina ($\text{pH} > 7$). Suas principais origens incluem a dissolução de rochas, a absorção de gases da atmosfera, a oxidação da matéria orgânica durante processos naturais como a fotossíntese, além dos despejos domésticos e industriais (RIBEIRO, 2019).
- A temperatura tem um impacto significativo nas reações físicas, químicas e biológicas, influenciando a solubilidade dos gases e promovendo a transferência desses gases. Essa condição ocorre naturalmente através da radiação, condução e convecção (na atmosfera e no solo). Por outro lado, as atividades humanas, como os despejos industriais, são uma fonte antropogênica importante de aumento da temperatura (VON SPERLING, 2014).
- Turbidez refere-se à diminuição da transparência da água, o que impede a passagem da luz através da solução. Isso ocorre devido à presença de partículas em suspensão, como silte, partículas coloidais, microrganismos e emulsões de óleo (TOMAZONI *et al.*, 2005).
- Coliformes termotolerantes são um conjunto de bactérias que sinalizam a existência de organismos provenientes principalmente do trato intestinal humano e de outros animais. Embora não sejam patogênicos, esse indicador é utilizado para avaliar a potencial presença de microrganismos patogênicos

responsáveis pela propagação de doenças transmitidas pela água (ANA, 2023).

- Sólido Total refere-se à matéria que resta após a amostra de água passar por evaporação, secagem ou calcinação em condições específicas de tempo e temperatura (VON SPERLING, 2014).
- A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20) refere-se à quantidade de oxigênio requerida para oxidar a matéria orgânica através da decomposição aeróbia por micro-organismos, resultando em uma forma inorgânica estável, portanto, é uma maneira indireta de estimar a concentração de matéria orgânica presente em águas residuais ou superficiais (MATOS *et al.*, 2013).
- O nitrogênio está presente em corpos d'água em diferentes formas: orgânica, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrato pode ser prejudicial aos seres humanos, enquanto a amônia livre pode ser tóxica para os peixes. Quantidades excessivas de nitrogênio podem causar eutrofização (ANA, 2023).
- O fósforo nos corpos d'água existe principalmente como ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Concentrações elevadas podem causar eutrofização. As fontes de fósforo incluem a lixiviação de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, detergentes, excrementos animais, fertilizantes, efluentes domésticos e industriais (VON SPERLING, 2014).

No entanto, a ANA e a CETESB ressaltam que o IQA apresenta limitações, por ter uma variabilidade grande e não incorporar vários parâmetros importantes para o abastecimento público tais como: substâncias tóxicas, a exemplo de metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos com potencial mutagênico; substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água e potencial de formação de trihalometanos (ANA, 2012; CETESB, 2013).

2.5 Caracterização da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto(BHAD) e Sub-bacia do Rio Descoberto (SBRD)

O Rio Descoberto é um curso de água que delimita a divisa do estado de Goiás pelo lado oeste com o Distrito Federal. Percorre, aproximadamente, 120 km, atravessando áreas com diferentes usos e coberturas da terra: áreas agrícolas, chácaras, passando por formações savânicas e áreas urbanizadas (ENGEPLUS, 2020).

Como afluente do rio Corumbá integra a bacia hidrográfica do rio Paranaíba, um dos formadores do rio Paraná junto com o rio Grande. A bacia do Alto Descoberto pode

ser dividida em onze (11) sub-bacias hidrográficas principais, conforme, Tabela 1.

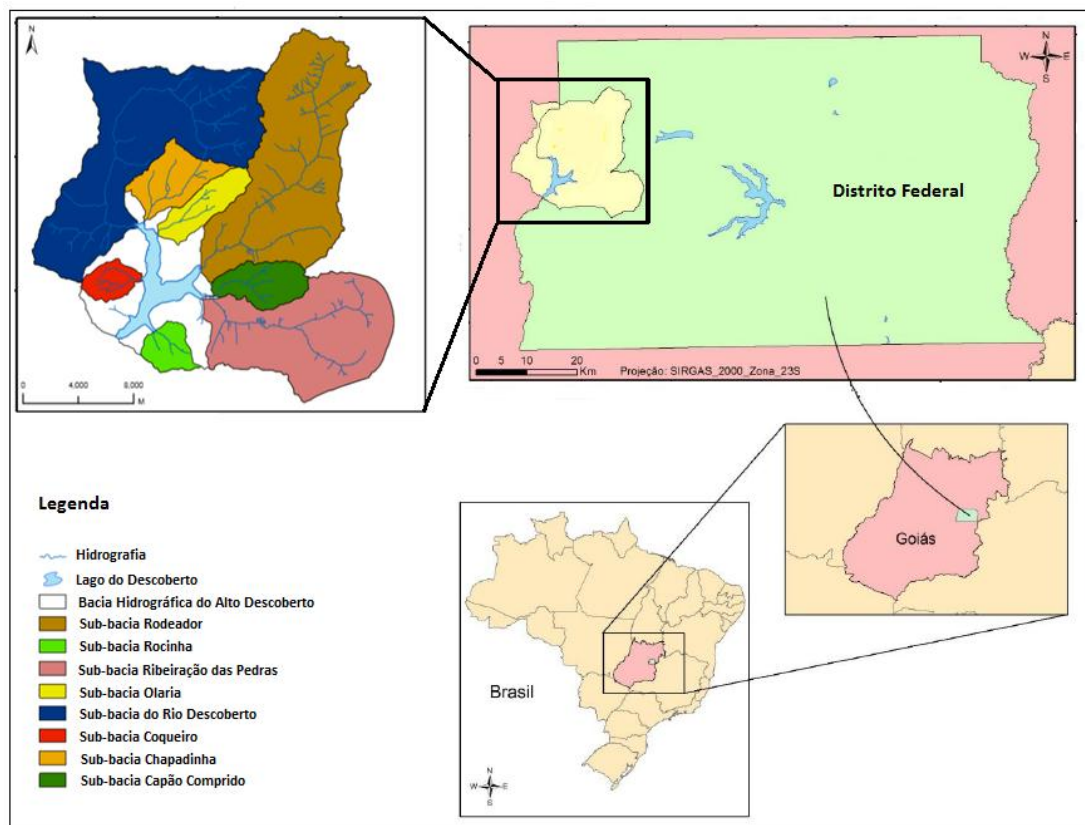
Tabela 1 - Área de drenagem das sub-bacias hidrográficas e respectiva representatividade na bacia do Alto Descoberto.

Sub-bacia	Área de drenagem (ha)	% da área total de drenagem
1. Ribeirão Rodeador	12.498	28,1
2. Rio Descoberto (SBRD)	11.712	26,3
3. Ribeirão das Pedras	8.131	18,3
4. Córrego Chapadinha	2.315	5,2
5. Córrego Capão Comprido	2.089	4,7
6. Córrego Olaria	1.716	3,9
7. Córrego Buriti Chato	1.330	3,0
8. Córrego Coqueiro	1.1787	2,6
9. Córrego Rocinha (GO)	843	1,9
10. Córrego Rocinha (DF)	771	1,7
11. Córrego do Meio	737	1,7
Áreas incrementais ao reservatório	1.214	2,7
TOTAL	44.534	100

Fonte: Meio Sustentável (2019).

A importância da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (figura 1) é considerável, por isso é de extrema necessidade garantir a preservação da qualidade e da quantidade da água, conservando suas áreas naturais e a biodiversidade local (FERRIGO, 2014).

Figura 1 – Ilustração das 11 sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).



Fonte: Ferrigo (2014); Nunes (2014).

A Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto apresenta uma área de 452 km² e é responsável por 60% do abastecimento público de água do DF (CAESB, 2014).

Atualmente a bacia é responsável pela produção de cerca de 40% dos produtos hortifrutigranjeiros consumidos no Distrito Federal. Além disso, duas áreas da Floresta Nacional de Brasília (FLONA de Brasília), que objetivam constituir um cinturão verde para a preservação dos mananciais na região (FERRIGO, 2014).

As UCs de Proteção Integral (UC-PI), que se sobrepõem à bacia estão localizadas no DF. Estas unidades de conservação perfazem uma área total de 3.481 ha, conforme Aquaflora (2020), sendo discriminados a seguir:

- Parque Nacional de Brasília, 42.389 ha;
- Reserva Biológica do Rio Descoberto 427 ha;
- Parque Ecológico Veredinha 57 ha; e
- Parque Estadual Águas Lindas 2009 ha;

Com relação às UCs de Uso Sustentável, são encontradas as seguintes Áreas de Proteção Ambiental (APA):

- 1) Área de Proteção Ambiental Bacia do Rio Descoberto (federal);
- 2) Área de Proteção Ambiental Cafuringa;
- 3) Área de Proteção Ambiental do Planalto Central; e
- 4) Floresta Nacional de Brasília (FLONA 1, 2, 3, 4)

A Área de Proteção Ambiental da Bacia do Alto Rio Descoberto possui acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e abrange as Regiões Administrativas (RA) de Taguatinga, Brazlândia, Ceilândia e parte do município de Águas Lindas de Goiás (MMA, 2014).

Com isso, a APA da Bacia do Alto Descoberto estabelece como medida prioritária o zoneamento ambiental relacionando as atividades a serem encorajadas ou incentivadas, e aquelas que deveriam ser restringidas na região, com a intenção de assegurar condições ecológicas satisfatórias a represa (SILVA *et al.*, 2016).

A APA define a adoção de uma “faixa verde” em torno do lago, onde somente atividades de florestamento e reflorestamento, com características de proteção e conservação de mananciais, são permitidos (SILVA *et al.*, 2016).

A Floresta Nacional de Brasília (FLONA), com uma área total de 9.346 hectares, divididos em quatro áreas, separadas geograficamente, FLONA 1, 2, 3 e 4. As áreas 1 e 2 da FLONA de Brasília estão localizadas nas RA de Taguatinga e Brazlândia e possuem,

respectivamente e aproximadamente, 3.353 e 996 hectares. As áreas 3 e 4 estão localizadas na RA de Brazlândia, com respectivos, 3.071 e 1.925 hectares (MMA, 2014).

Em 2022 foi sancionada a Lei 14.447/22 (Brasil, 2022) que reduz, em aproximadamente 40%, a área da Floresta Nacional de Brasília (Flona), maior Unidade de Conservação do Distrito Federal. Com as mudanças, a área total da Flona diminuiu de 9,3 mil hectares (ha) para 5,6 mil ha.

Pelo texto, a Floresta Nacional (FLONA), (figura 2) até então composta por quatro áreas, ficará da seguinte forma:

- Área 1 sobe de 3.353,18 ha para 3.753,00 ha;
- Áreas 2 (996,47 ha) e 3 (3.071 ha) são retiradas da FLONA; e
- Área 4 diminui de 1.925,61 ha para 1.887,00 ha.

Figura 2 – Limitação da Floresta Nacional de Brasília (FLONA) a partir da Lei 14.447/2022.



Fonte: Autor (2023).

A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

É de posse e domínio público que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas de acordo com o que dispõe a lei. No entanto nas FLONAS é admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade. Ocupações, parcelamento e venda de terrenos são considerados ilegais (MMA; ICMBIO, 2014).

Na bacia do Alto Descoberto, existem seis Áreas de Proteção de Mananciais

(APMs), que abrangem cerca de 18% de sua área total, detalhado na Tabela 2:

Tabela 2 – Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) na Bacia do Alto Descoberto.

Área de Proteção de Mananciais - APM	Área na bacia (ha)	Área total (ha)	Representatividade territorial na bacia (%)
Barrocão	2.686	2.931	6,0
Pedras	2.699	2.770	6,1
Capão da Onça	824	824	1,8
Currais	1.504	1.504	3,4
Bananal	26	378	0,1
Santa Maria	58	295	0,1
Total	7.797	8.700	17,5

Fonte: AQUAFLORA (2020).

2.3. Uso e Ocupação do Solo

As atividades humanas têm causado impactos significativos nas paisagens, principalmente devido ao intenso processo de substituição das áreas naturais por diferentes formas de uso do solo e à fragmentação das regiões com vegetação florestal (COELHO *et al.*, 2014).

O uso inadequado do solo, como a exploração excessiva de áreas para agricultura e pecuária de pequeno porte, pode causar impactos ambientais, como a perda de biodiversidade, redução da fertilidade do solo e agravamento dos processos erosivos. Em casos mais graves, pode resultar no assoreamento de reservatórios e cursos d'água, prejudicando a produção de água (LAGO *et al.*, 2011).

Os rios assimilam materiais provenientes de esgotos, atividades agrícolas, indústrias e construção civil, assim, a influência antrópica, faz com que as condições naturais da bacia sejam alteradas. Tais fatores podem ser atenuados ou mascarados pelos processos naturais como, por exemplo, as chuvas, variações climáticas e o escoamento superficial (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010).

A necessidade de conservação dos mananciais, a sua utilização racional e a garantia de acesso à água, aliado às preocupações acerca dos impactos ambientais ocasionados pela atual forma como ocorre o uso e ocupação do solo, são aspectos importantes na gestão de bacias hidrográficas com vistas ao bem estar de todos, à preservação do meio ambiente e resolução dos conflitos relacionados à questão hídrica (AMARAL; RIOS, 2012).

Uma vez que os rios são os principais fornecedores de água para a população, indústrias e agricultura é conveniente identificar e prevenir as principais fontes de

poluição, bem como obter dados para efetiva gestão (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010).

2.3.1 Uso e Ocupação do Solo na SBRD

A SBRD é a segunda maior bacia em termos de área de drenagem dentro da BHAD e apresenta uma alta densidade populacional na região de Brazlândia, contrastando com áreas rurais de baixa densidade demográfica. Na BHAD, estima-se uma população de cerca de 269 mil habitantes, sendo 249 mil em zonas urbanas e 20 mil em zonas rurais. Isso corresponde a uma taxa de urbanização de cerca de 92,5% na bacia (GREENTEC, 2019).

A Região Administrativa de Brazlândia possui a maior parcela da população rural da bacia do Alto Descoberto, representando 68% dos moradores rurais da bacia. Isso destaca a relevância agrícola da SBRD no Distrito Federal. Dados oficiais detalham a produção das principais culturas agrícolas da região (EMATER-DF, 2019), com Brazlândia sendo o principal centro agrícola da área, como mostrado na Tabela 3.

Um estudo realizado pela UNESCO (2002) sobre as mudanças no uso do solo no Distrito Federal entre 1954 e 2001 revela que antes do barramento do rio Descoberto em 1974, as áreas urbanas e agrícolas expandiram-se rapidamente. Entre 1954 e 1973, essas áreas cresceram de quase 0% para 24,5% do território. De 1973 a 2001, as áreas agrícolas aumentaram cerca de 800% e as urbanas cresceram 350%. No mesmo período, o cerrado viu uma redução de cerca de 74% de sua cobertura original, enquanto as áreas de mata e campo perderam, respectivamente, 47% e 48% de sua cobertura.

Foi realizado em 2017 um levantamento a partir de imagens de satélite elaborado pela empresa SIGMA (2018) que serviu de referência para o uso do solo na Bacia do Alto Descoberto. Os resultados encontram-se sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Área das classes de uso do solo na bacia do Alto Descoberto no Distrito Federal e respectiva proporção em relação à área total.

Domínio	Classe	Área (ha)	%
Remanescente	Cerrado	1.824	4,1
	Campo sujo	3.521	7,9
	Campo limpo	4.887	11,0
	Campo de murunduns	1.189	2,7
	Vereda	1.087	2,4
	Mata ciliar	324	0,7
	Mata galeria	1.634	3,7
Agricultura	Cultura perene	163	0,4
	Cultura temporária	2.732	6,1
	Cultura indefinida	8	0,02
	Pastagem	7.017	15,8

Pecuária			
Silvicultura	Silvicultura	2.730	6,1
Outro Uso Antrópico	Infraestrutura e edificações	133	0,3
	Área urbana consolidada	4.113	9,2
	Reflorestamento	1.326	3,0
	Mineração	43,4	0,1
	Solo exposto	3.817	8,6
	Outro uso antrópico	7.313	16,4
Corpos D'Água	Lagos ou lagoas	15	0,03
	Represa	597	1,3
	Massa d'água	10	0,02
	Tanque artificial	50	0,1

Fonte: SIGMA (2018).

A definição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) relacionadas aos recursos hídricos são definidos conforme os princípios estabelecidos no artigo 4º do Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) e no artigo 3º da Instrução Normativa nº 39/2014 (Brasil, 2014), que aborda a preservação dos campos de murundus no Distrito Federal, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Ativo de Área de Proteção Permanente (APP) na SBRD comprado com a Área da BHAD.

	APP (ha)	APP com vegetação nativa (ha)	Ativo de APP (%)
Sub-bacia do Rio Descoberto (SBRD)	813	569	70
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	3.577	2.369	66,2

Fonte: Adaptado de AQUAFLOA (2020)

Do ponto de vista do uso agropecuário, é evidente que a ocupação em Áreas de Proteção Permanente por atividades pecuárias supera significativamente a ocupação agrícola na conforme a tabela 5.

Tabela 5 – Área de uso antrópico em Área de Preservação Permanente (APP) na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD)

	Unid	Uso Antrópico em APP			
		Agricultura	Pecuária	Silvicultura	Outro Uso
Sub-bacia do Rio Descoberto (SBRD)	ha	26,2	100,2	2,3	113,6
	%	3,2	12,3	0,3	14,0
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	ha	115,3	406,5	49,7	615,9
	%	3,2	11,4	1,4	17,2

Fonte: Adaptado de AQUAFLOA (2020); SIGMA (2018).

Utilizando-se do mapeamento de uso do solo de e dados atualizados a respeito do CAR (SFB, 2020), observa-se os limites declarados de reserva legal (RL) para a BHAD, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Ativo de Reserva Legal (RL) da SBRD comprado na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).

	RL (ha)	RL com vegetação nativa (ha)	Ativo de RL (%)
Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD)	1024	732	71,5
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	3.300	2.201	66,7

Fonte: Adaptado de AQUAFLOA (2020).

Em relação à representatividade dos diferentes tipos de ocupação humana em reservas legais, conforme indicado na Tabela 7, a maioria corresponde a pecurária, seguido de pecuária, agricultura e silvicultura. Outros usos corresponde, possivelmente a áreas de chácaras.

Tabela 7 – Área de uso antrópico em Reserva Legal na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).

	Unid	Uso Antrópico em RL			
		Agricultura	Pecuária	Silvicultura	Outro Uso
Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD)	ha	46,49	145,45	10,88	89,04
	%	4,5	14,2	1,1	8,7
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	ha	116,7	427,4	27,7	522,8
	%	3,5	12,9	0,8	15,8

Fonte: Adaptado de SFB (2020).

Os impactos do uso e ocupação do solo referentes as demandas hídricas estão representados, conforme Tabela 8:

Tabela 8 – Demandas hídricas médias na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).

	Criação animal (l/s)	Irrigação (l/s)	Indústria (l/s)	Aquicultura (l/s)	Abastecimento Humano (l/s)	Total (l/s)
Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD)	15,12	179,22	0,90	0,60	4.181,58	4.377,42
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	29,38	896,26	18,41	33,81	4.192,28	5.170,14

Fonte: Adaptado de ENGEPLUS (2020).

Com base nos dados fornecidos pela ADASA (2018) é possível identificar um

total de 1270 autorizações de captação de água na bacia, das quais 1.104 foram para captações subterrâneas e 166 para captações superficiais, tabela 9.

Tabela 9 – Número de outorgas na Sub-Bacia do Rio Descoberto (SBRD) comparado com a área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD).

	Número de outorgas (total)	Percentual de outorgas (%)	Número de outorgas subterrâneas	Percentual de outorgas subterrâneas (%)	Número de outorgas superficiais	Percentual de outorgas superficiais (%)
Sub-bacia do Rio Descoberto (SBRD)	221	17,4	169	15,3	52	31,3
Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto	1.270	100	1.104	100	166	100

Fonte: Adaptado de ADASA (2018).

2.3.2 Uso de Recursos Hídricos na Região Administrativa de Brazlândia-DF

Segundo dados da Pesquisa Distrital por Amostras de Domicílios (PDAD), o sistema de abastecimento de água de Brazlândia (SAA Brazlândia) atende 48.455 habitantes da área urbana da região administrativa (CODEPLAN, 2018).

Os recursos hídricos demandados para o abastecimento de água de Brazlândia-DF, estão abrangidos pelo subsistema do SAA Brazlândia que é composto pelas captações superficiais nos córregos Barroão e Capão da Onça (Tabela 10), estação elevatória de água bruta do Barroão, estação de tratamento de água (ETA Brazlândia), reservatórios de água tratada e rede de distribuição (OLIVEIRA, 2020).

Tabela 10 – Captações e Vazões Captadas nos Córregos Barroão e Capão da Onça no Distrito Federal no ano de 2023.

Captação	Vazão Captada (L/s)	Vazão Período Anterior (L/s)	Vazão Período Anterior (%)	Volume Captado (L)	% Total
Barroão (CAP.BRC.001)	31,9	51,4	-37,8 %	471.534,9	31,6 %
Capão da Onça (CAP.CON.001)	69,1	50,5	-36,7 %	900.124,7	68,4 %
TOTAL	101,0	101,9	-0,9%	1.317.659,6	100 %

Fonte: ADASA (2023).

a) Captações Superficiais:

O subsistema do SAA Brazlândia que se destina ao abastecimento da área urbana é formado pelas captações superficiais do Barroão (CAP.BRC.001) (figura 3) e Capão da Onça (CAP.CON.001) (figura 4) (CAESB, 2014).

Figura 3 - Imagens da área da captação superficial do Córrego Barrocão (CAP.BRC.001), Distrito Federal.



Fonte: ADASA (2015).

Figura 4 - Imagens da área da captação superficial do Córrego Capão da Onça (CAP.CON.001), Distrito Federal.



Fonte: ADASA (2015).

b) Elevatória de água bruta

O SAA Brazlândia possui uma estação elevatória de água bruta (EAB.BRC.001), responsável pelo bombeamento de água do córrego Barrocão até a estação de tratamento de água, ETA Brazlândia (tabela 11).

Tabela 11 - Elevatória de água bruta (EAB.BRC.001) no Córrego Capão da Onça, Distrito Federal.

Identificação	Nº de Bombas	Potência por Bomba (CV)	Vazão Máx. da EAT (l/s)	AMT (mca)	Produção - Volume Bombeado	
					(m³/mês)	(l/s)
Brazlândia / EAB.BRC.001	3	125	101,1	94,6	114.388	43,4

Fonte: ADASA (2015).

Esta unidade é composta por 3 conjuntos de bombas, cada uma com potência de 125cv e vazão máxima de bombeamento de 101,1 L/s. A captação Capão da Onça dispensa bombeamento, sendo a água conduzida até a ETA Brazlândia por gravidade, (figura 5) (OLIVEIRA, 2020).

Figura 5 - Imagem elevatória de água bruta no Córrego Capão da Onça (EAB.BRC.001), Distrito Federal.



Fonte: ADASA (2015).

c) Estação de tratamento de água

A operação da ETA Brazlândia foi iniciada em maio de 1995 com o funcionamento de módulo de tratamento, que possuía capacidade de 55 L/s. Em dezembro de 1999, a unidade foi ampliada com a instalação de mais dois módulos de tratamento, aumentando a produção para 165 L/s, atualmente, conforme mostra a figura 8 a vazão tratada se aproxima de 105 L/s (ADASA, 2023; OLIVEIRA, 2020).

Nesta oportunidade, foi implantada a recirculação da água de lavagem de filtros através da utilização do Sistema de Recuperação de Água de Lavagem (SRAL) (figura 6).

Figura 6 – Vista da Estação de Tratamento de Água de Brazlândia-DF.



Fonte: ADASA (2015).

O processo de tratamento empregado é o tratamento de água convencional (ciclo completo) com decantação ascendente. A ETA foi projetada em três módulos de fibra com capacidade unitária de 55 L/s. Cada módulo independente é constituído das etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração (OLIVEIRA, 2020).

Após a finalização do processo de tratamento, a água segue para os reservatórios de onde é direcionada para o consumo público.

d) Reservatórios de água tratada

O sistema de reservação da água tratada que atende a região administrativa de Brazlândia possui 01 reservatório elevado (REL.BRZ.001) a esquerda e 01 reservatório apoiado (RAP.BRZ.001) a direita, figura 7, constituído por 3 câmaras, que totalizam uma capacidade de reservação de 3.110 m³.

Figura 7 – Reservatórios de água tratada de Brazlândia, Distrito Federal.



Fonte: ADASA (2015); Oliveira (2020).

e) Outorgas e usos da água

Oliveira (2020) apresenta que as outorgas concedidas pela ADASA na região de Brazlândia correspondem a 31, 5% superficiais e 68,5% subterrâneas. Neste cenário pode-se constatar que 73,1% (191,1 L/s) da vazão total outorgada (261,4 L/s) é destinada ao abastecimento público, seguido pelo uso para irrigação com 25,2% (65,8 L/s). Os demais usos, consumo humano (1,5 L/s; 0,6%), criação de animais (0,2 L/s; 0,1%) e outros (2,8 L/s; 1,1%) totalizaram 1,7% (4,5 L/s).

Em novembro 2017, o manancial passou pela pior situação de sua história, devido à crise hídrica que se abateu sobre o DF entre 2016 e 2018, decorrente de um longo período de seca, em que o reservatório reduziu ao seu menor volume desde o início de seu monitoramento, com apenas 5,3% de sua capacidade (AQUAFLOA, 2020).

Em 31 de janeiro de 2020 a Barragem do Descoberto atingiu sua capacidade máxima que é de 103 milhões de m³. A grande intensidade das chuvas do início do ano de 2020 contribuiu para recuperação do reservatório, após uma série de anos com precipitações abaixo da média histórica (AQUAFLOA, 2020).

Nos casos de atingimento do volume total máximo de água no reservatório, a vazão atualmente outorgada pela ADASA para captação da CAESB destinada ao

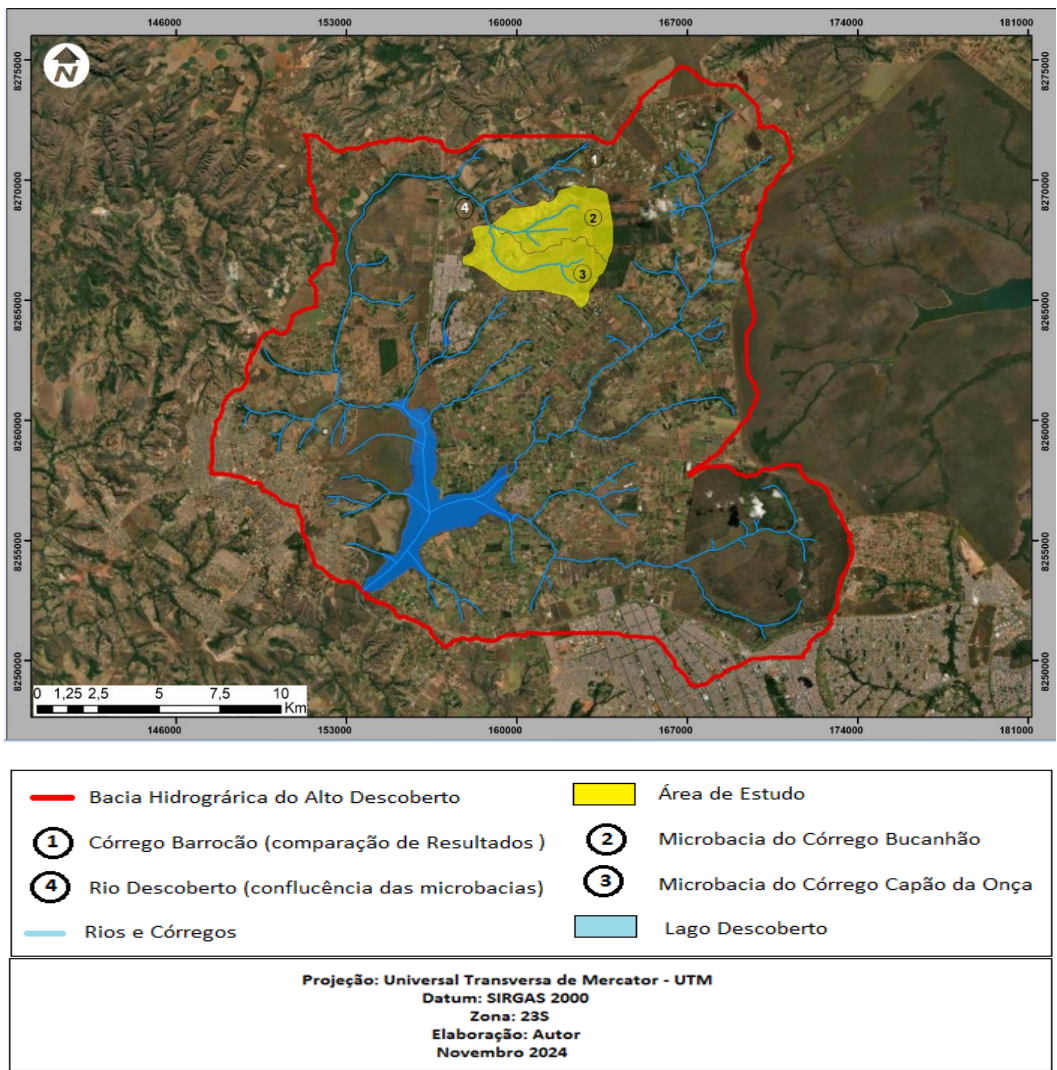
abastecimento da população, é de 5 m³/s, situação mantida enquanto o reservatório estiver vertendo sobre sua barragem e quando esta situação não ocorre, a vazão outorgada permitida é de 4,3 m³/s, conforme a Resolução nº 08/2019 (ADASA, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado nas microbacias dos córregos Bucanhão, Capão da Onça e Rio Descoberto, ambos localizados na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto (BHAD), no Distrito Federal (figura 8).

Figura 8 – Visualização da área de estudo em amarelo no mapa, sendo (1) Córrego Barrocão, (2) Microbacia do Córrego Bucanhão, (3) Microbacia do Córrego Capão da Onça, (4) Rio Descoberto.



Fonte: Geoportal (2024).

O Rio Descoberto (4) tem sua origem a partir da confluência das microbacias dos córregos Barrocão (1), Bucanhão (2) e Capão da Onça (3) (MMA; ICMBIO, 2014).

A microbacia do córrego Bucanhão (2) tem extensão de 4.156 metros e área drenagem de 973 ha, enquanto a microbacia do córrego Capão da Onça (3), tem extensão de 6.490 metros e área de drenagem de 1,170 ha (SEDUH, 2019).

Os córregos Capão da Onça e Bucanhão possuem suas áreas no Núcleo Rural Capão da Onça, região rural da cidade de Brazlândia, e suas nascentes no interior da FLONA 4 a montante da Represa do Rio Descoberto (MMA; ICMBIO, 2014). O Núcleo Rural Capão da Onça é uma área com características típicas de regiões rurais do bioma Cerrado, apresentando uma combinação de atividades econômicas agrícolas e pecuárias (ENGEPLUS, 2020). Esses córregos fazem parte do sistema de Abastecimento Descoberto (figura 9) que é o maior manancial atual do DF, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 60% de sua população, o que equivale a quase dois milhões de pessoas (CAESB, 2019).

O rio Descoberto percorre aproximadamente 120 km (ANA, 2015), atravessando áreas com diferentes usos de solo, desde áreas agrícolas (14%) e chácaras (17%), passando também por formações savânicas (25,5% da bacia), até áreas urbanizadas, que já ocupam 12% da bacia do Descoberto (ENGEPLUS, 2020).

O clima da região de estudo é do tipo Aw, segundo a classificação de Alvares *et al.* (2013), com verão chuvoso e inverno seco e frio. Os mesmos autores definiram a temperatura média anual de 21 °C, com média máxima de 22 °C em setembro e média mínima de 18 °C em julho e precipitação anual variando de 1.400 mm a 1.600 mm.

Já os tipos de solo que predominam na SBRD são o Latossolo Vermelho (LV) (36,4%), o Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) (48,4%), o gleissolo Háptico (GX) que é um solo hidromórfico e ocupa 6,4%, o Cambissolo Háptico (CX) está presente em 8,0% e o Neossolo Quartzarêncio (RQ) está presente em 0,8% (REATTO *et al.*, 2003).

A área do Alto Descoberto é marcada por terrenos que variam de planos a levemente ondulados, característicos de uma região de chapadas. Além disso, a paisagem inclui áreas que foram erodidas e esculpidas pelos rios, como as cabeceiras do rio Descoberto, como é o caso da região dos córregos Capão de Onça, Bucanhão e Barrocão (MMA; ICMBIO, 2014).

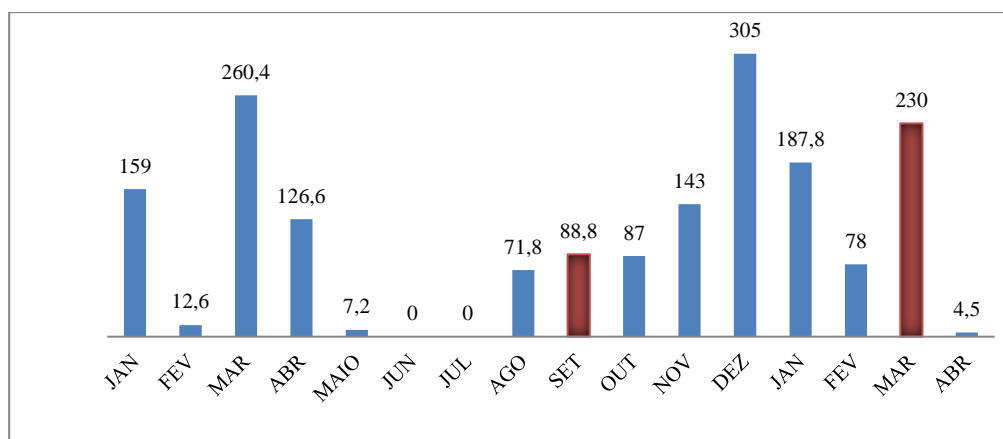
No Alto Descoberto há a predominância de topografias suaves, com 85% da bacia com declividades abaixo de 8%. Na região de estudo, a cabeceira do Rio Descoberto, existem trechos com até 29% de ondulação (relevo forte-ondulado) (MMA; ICMBIO, 2014).

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) e do Índice de Qualidade da Água (IQA) foram realizadas em dois períodos do ano, uma na estação seca (setembro de 2023), e outra na estação chuvosa (março de 2024).

A figura 9 apresenta os dados da estação de Brazlândia (A042) com a chuva acumulada mensal em milímetros nos períodos de janeiro de 2023 a abril de 2024. Os períodos de coleta estão assinalados no gráfico em vermelho.

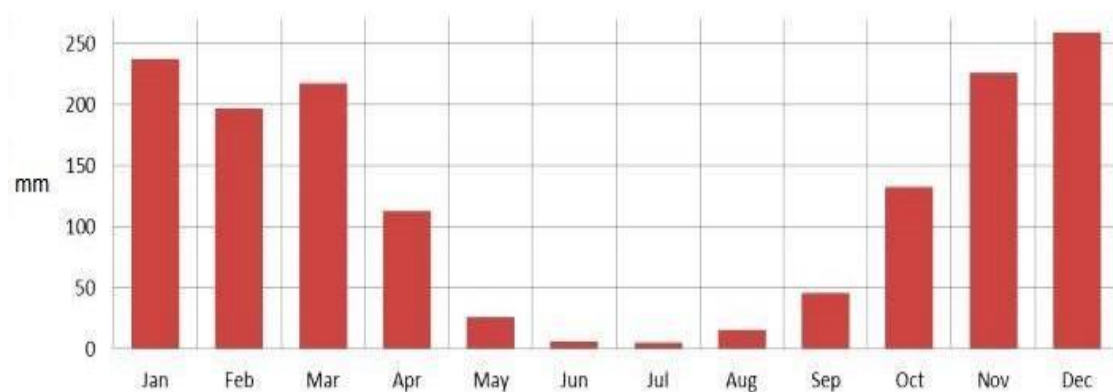
Figura 9 – Chuva acumulada mensal (mm) (Janeiro/23 a Abril/24) coletada pela Estação Brazlândia (A042) no Distrito Federal. As barras em vermelho indicam o período de coleta de dados deste estudo.



Fonte: INMET (2024).

A distribuição temporal da precipitação média mensal é mostrada na Figura 10, que apresenta um estudo com as médias de precipitações na bacia hidrográfica do Alto Descoberto no Distrito Federal em 42 anos (1970 a 2012).

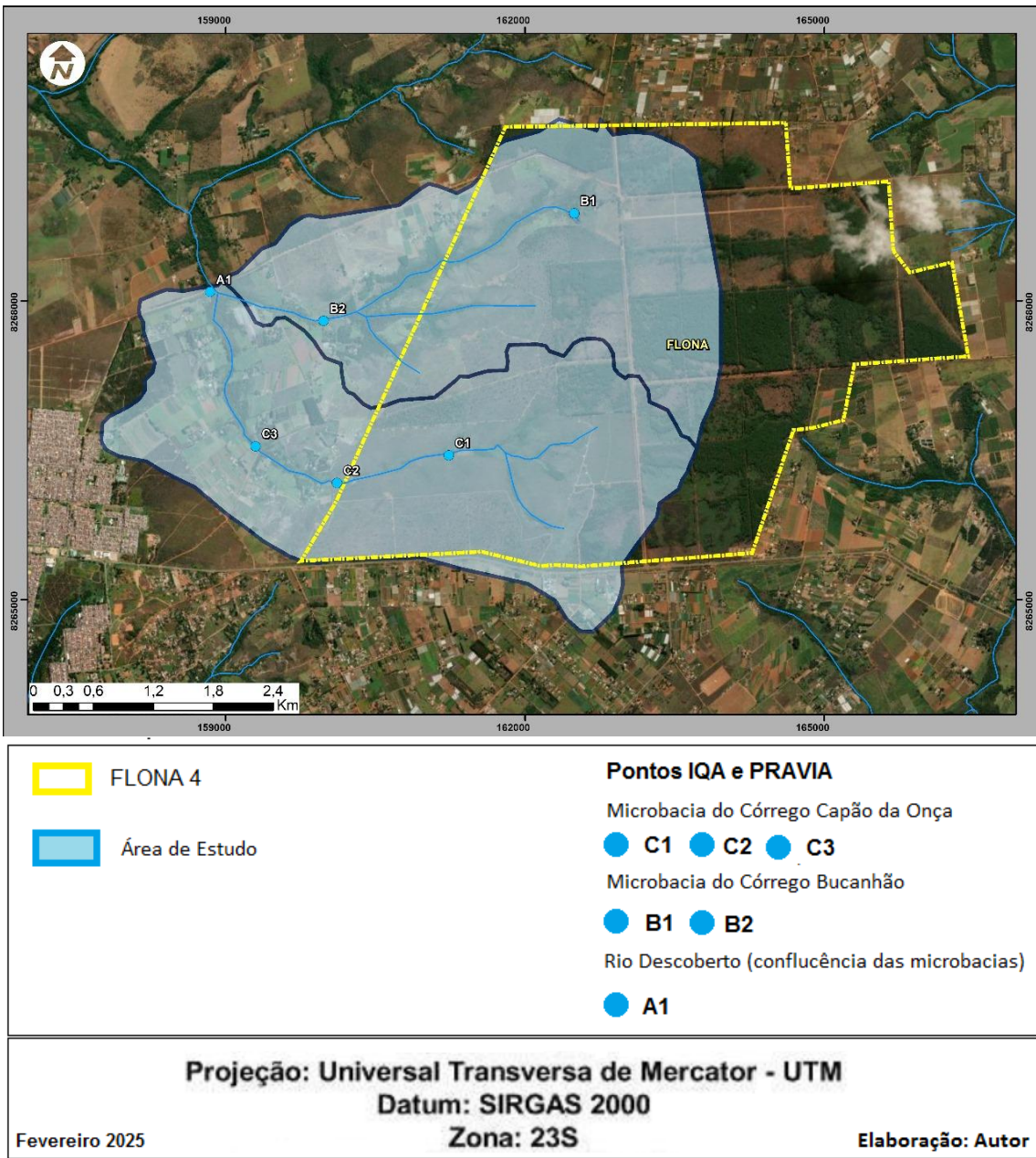
Figura 10 - Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto no Distrito Federal entre os anos de 1970 a 2012.



Fonte: CAESB; RHA (2020).

Para a escolha dos pontos levou se em consideração a proximidade de fontes poluidoras e distribuição espacial da rede hidrográfica, ou seja, foram escolhidos pontos no interior da FLONA 4 (área hachurada em amarelo na figura 11), que é uma região que teoricamente deve possuir uma maior preservação, e no exterior da FLONA 4 que corresponde ao Núcleo Rural Capão da Onça, região ocupada por chácaras usadas para agricultura e pecuária.

Figura 11 – Localização dos pontos de avaliação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) e determinação do Índice de Qualidade de Água (IQA). (A1: Ponto no Rio Descoberto; B1 e B2: Pontos no Córrego Bucanhão; C1, C2 e C3: Pontos no Córrego Capão da Onça). A linha tracejada indica a área da FLONA 4.



Fonte: Geoportal (2025).

Para a coleta dos dados do PRAVIA e IQA foram avaliados três pontos ao longo do Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), dois pontos ao longo do Córrego Bucanhão (B1; B2) e um ponto à frente do encontro dos dois córregos no Rio Descoberto (A1). A caracterização dos pontos podem ser identificados no quadro 3.

Quadro 3 – Caracterização dos pontos de análise do Córrego Capão da Onça, Córrego Bucanhão e ponto de encontro dos dois córregos no Rio Descoberto, Distrito Federal.

PONTO	COORDENADAS	DESCRIÇÃO
CÓRREGO CAPÃO DA ONÇA		
C1	15°39'26.32"S 48° 9'34.45"O	Ponto próximo a nascente, interior da FLONA 4.
C2	15°39'34.78"S 48°10'40.03"O	Ponto à jusante do ponto de coleta da CAESB (CAP.CON.001), região fronteira da FLONA 4 e Núcleo Rural Capão da Onça.
C3	15°39'21.31"S 48°10'39.34"O	Ponto externo a FLONA 4, região do Núcleo Rural Capão da Onça.
CÓRREGO BUCANHÃO		
B1	15°38'7.91"S 48° 8'51.03"O	Ponto na nascente, interior da FLONA 4.
B2	15°38'41.83"S 48°10'15.85"O	Ponto externo a FLONA 4, região do Núcleo Rural Capão da Onça.
RIO DESCOBERTO (Encontro dos dois córregos)		
A1	15°38'31.80"S 48°10'53.89"O	Ponto de encontro dos dois córregos, próximo a ponte DF 415, do Núcleo Rural Capão da Onça.

Fonte: Autor (2023).

3.2.1 Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

O PAR utilizado no presente estudo será o Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA), que foi adaptado por Pinheiro (2007) para a região do Brasil Central. O PRAVIA é baseado nas modificações dos protocolos de Hannaford *et al.* (1997) e da EPA (*Environmental Protection Agency*) (1987) e citado por Callisto *et al.* (2002). Este protocolo avalia um conjunto de 20 parâmetros com o objetivo de avaliar a condição de conservação do corpo hídrico (Quadro 4).

Quadro 4 – Parâmetros avaliados no Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	5 pontos	3 pontos	0 pontos

1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)
10º Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11º Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12º Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13º Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14º Alteração no nível de água	Ausente	Desbarrancamento causado por enchentes, materiais orgânicos carregados e	Presença de lixos e galhos carregados pela água e presos acima do

		depositados nas margens	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 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

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

O valor final é obtido a partir dos somatórios dos pesos atribuídos a cada parâmetro. A situação ambiental, quadro 5, consiste em uma análise consistente que reflete o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos avaliados (CALLISTO *et al.*, 2002).

Quadro 5 – Intervalos de pontuação para cada situação ambiental do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).

PONTUAÇÃO	SITUAÇÃO AMBIENTAL
61 – 100 pontos	NATURAL
41 – 60 pontos	ALTERADO
0 – 40 pontos	IMPACTADO

Fonte: Callisto (2002); Pinheiro (2007).

Para a aplicação do PRAVIA foram utilizados o disco de Secchi que mede a transparência da água, fita métrica para mediar a largura e profundidade nos pontos de amostragem, termômetro para medir a temperatura da água e GPS para georeferenciação dos pontos. Em cada ponto foi também realizada imagens através de aparelho celular.

3.2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA)

As análises físico-químicas e microbiológicas tiveram por objetivo o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA). Este índice foi criado nos Estados Unidos pela *National Sanitation Foundation* (NSF) em 1970 e hoje é um dos principais índices utilizados no Brasil, por representar variáveis estatísticas da qualidade da água (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Os parâmetros que compõem o IQA são nove: oxigênio dissolvido; coliforme termotolerantes ou *Escherichia coli*; pH; demanda bioquímica de oxigênio; temperatura da água; nitrogênio total; fósforo total; turbidez e resíduo total. Todos os parâmetros possuem seus respectivos pesos (w) ou grau de importância que foram fixados em função da relevância para a conformação global da qualidade da água (Tabela 12) (CETESB, 2023).

Tabela 12 - Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do Índice da Qualidade da Água (IQA).

PARÂMETRO	PESO (w_i)
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (Mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO_3^-)	0,10
Fosfato total (mg/L PO_4^{-2})	0,10
Variação da temperatura ($^\circ\text{C}$)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB (2023).

Por meio de um produtório ponderado da nota de qualidade de água, dos correspondentes parâmetros que compõem o índice, se obtém o resultado final do IQA, conforme demonstrado por sua fórmula (CETESB, 2013).

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

Onde:

IQA(NSF) : Índice de Qualidade de Água Multiplicativo da NSF, um número entre 0 e 100;

qi : Subíndice ou qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade" e

wi : Peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, sendo que:

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

Onde:

n: Número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Após o cálculo, um valor de 0 a 100 é obtido, onde 0 representa péssima qualidade e 100 ótima qualidade, sendo possível classificar a amostra na escala de categorias de qualidade de água (Tabela 13).

Tabela 13 - Escala de classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA).

CLASSES	SITUAÇÃO AMBIENTAL
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2023).

Para a realização da coleta das análises de água foram tomadas as seguintes medidas: preservação e identificação das amostras, utilização de frascos de polietileno ou estéril, conforme quadro 6, ambientização dos frascos para a coleta e volume necessário de amostras para realizar todas as análises. Estas amostras foram coletadas no início da manhã e conservadas em caixa térmica com gelo para garantir suas propriedades organolépticas.

Quadro 6 – Embalagem e preservação das amostras.

Tipo de Frasco	Volume	Parâmetro
----------------	--------	-----------

Polietileno - 0 a 6°C	0 a 6 °C 300 mL Oxigênio Dissolvido (Laboratório)	Oxigênio Dissolvido (Laboratório)
Polietileno - 0 a 6°C	1000 mL	DBO (Oxímetro - 5 Dias)
Polietileno - 0 a 6°C	300 mL	pH (Laboratório), Sólidos Totais, Turbidez (Laboratório)
Polietileno - 0 a 6°C + H ₂ SO ₄ 1:1	300 mL	Fósforo Total, Nitrogênio Total (Kit)
Frasco Estéril - 0 a 6°C + Tiosulfato de Sódio 10%	250 mL	Coliformes Termotolerantes (NMP)

Fonte: Autor (2023).

As análises foram sendo realizadas pelo Laboratório Tommasi Ambiental de acordo com a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 (Quadro 7), observando ainda a Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, AWWA/APHA/WEF; Métodos EPA, Normas NBR/ABNT referentes e Métodos CETESB, tendo como referência para águas potáveis a Portaria de Consolidação Nº 5/2017 (Brasil, 2017), alterado pela Portaria GM/MS Nº 888/2021, para água in natura a Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005).

Quadro 7 – Metodologia empregada pelo laboratório Tommasi para análise.

Análise	LQ	Método de Referência	Método Normalizado 2
Sólidos Totais	10 mg/L	POP-FQ-039	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Fósforo Total	0,06 mg/L	POP-FQ-052 Anexo XVII	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Nitrogênio Total	0,50 mg/L	POP-FQ-052 Anexo XXII	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
DBO 5	3 mg/L	POP-FQ-098	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Temperatura	1,0 a 60,0	Realizado pelo Cliente	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Oxigênio Dissolvido	1 mg/L	SMWW 23ª Edição, 4500-O G	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
pH	2,00 - 12,00	SMWW 23ª Edição, Método 4500H+	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Turbidez	0,35 UNT	SMWW, 23ª edição, método 2130 B	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
Coliformes Termotolerantes	1,8 NMP/100mL	SMWW, 23ª edição, método 9221 E método	AOAC Methods 991.14, 21 Ed.2019
NOTA: LQ= Limite de Quantificação POP-FQ= Procedimento Operacional Padrão - Físico Químico SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater AOAC= Association of Official Analytical Chemists			

Fonte: Autor (2024).

Os parâmetros foram analisados separadamente e comparados com a Resolução Conama nº 357/2005.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão expostos os resultados obtidos ao utilizar o Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA) nos Córregos Capão da Onça e Bucanhão, assim como na confluência desses córregos, que marca o início do Rio Descoberto.

4.1 Aplicação do PRAVIA

4.1.1 Microbacia do Córrego Capão da Onça

O ponto C1 (15°39'26.32"S; 48°9'34.45"O) de aplicação do PRAVIA está localizado à jusante da nascente do Córrego Capão da Onça, no interior da FLONA 4 (figura 12).

Neste local, observa-se a presença de vegetação nativa do Cerrado sentido restrito, com uma combinação de árvores nativas de pequeno e médio porte, arbustos e ervas, dispersas de forma isolada pela área. Esta configuração reflete um ecossistema em estado de degradação, onde a vegetação original foi parcialmente substituída por espécies invasoras, enquanto as espécies nativas permanecem em fragmentos esparsos.

Figura 12 – Imagem de satélite do ponto C1, próximo a nascente do córrego Capão da Onça no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Estação seca: Na aplicação do PRAVIA, o acesso ao córrego foi realizado por meio de uma trilha que atravessava uma área de vegetação severamente comprometida

por um incêndio. A vegetação ripária no trecho diretamente afetado pelo fogo estava completamente destruída, com a restauração da cobertura vegetal ocorrendo apenas nas áreas subsequentes ao impacto do incêndio. Nas proximidades da margem do córrego, foram observados trechos com sinais de erosão, resultado da falta de proteção proporcionada pela vegetação ripária. A ausência desta cobertura contribui para a instabilidade do solo, conforme ilustrado na Figura 13a.

A soma total da pontuação atribuída aos parâmetros avaliados pelo PRAVIA foi de 69 pontos. Esta pontuação categoriza a condição da área avaliada como “NATURAL”, indicando que, apesar das perturbações ocasionadas pelo fogo a área manteve características significativas de seu estado natural.

Estação chuvosa: O acesso ao córrego foi realizado através de vegetação herbácea e arbustiva que rebrotaram após incêndio ocorrido durante a estação seca do ano de 2023. Observou-se que os pontos de erosão próximos às margens do córrego haviam sido parcialmente recobertos pela regeneração da vegetação herbácea rasteira, como ilustrado na Figura 13b.

Adicionalmente, devido às recentes precipitações pluviométricas, foram identificados diversos pontos de alagamento nas proximidades do córrego. A análise dos parâmetros do PRAVIA resultou em uma pontuação total de 79 pontos, classificando a condição da área como “NATURAL”. Esta classificação reflete a capacidade de recuperação e a manutenção das características ambientais originais, apesar das perturbações e mudanças recentes no ecossistema.

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 1 (estação seca) e 7 (estação chuvosa).

Figura 13 – Vista do ponto C1 localizado no córrego Capão da Onça no Distrito Federal (a - no período seco após passagem do fogo) e (b - no período chuvoso).



Fonte: Autor (2024).

O ponto C2 (15°39'32.86"S; 48°10'3.79"O) de aplicação do PRAVIA no córrego Capão da Onça está localizado à jusante do ponto de coleta da CAESB

(CAP.CON.001), zona fronteira da FLONA 4 com a região do Núcleo Rural Capão da Onça (figura 14).

Esta área é uma zona de transição entre a FLONA 4 e a região rural adjacente. A aproximadamente 600 metros a jusante do ponto de aplicação do PRAVIA está localizada a estação de coleta da CAESB (CAP.CON.001). Na região rural, o uso predominante do solo é voltado para pastagens e criação de animais, com algumas áreas dedicadas ao cultivo de hortaliças e frutas. A região apresenta várias ocupações, tanto nas proximidades da Mata de Galeria quanto dentro da FLONA 4. Não há evidências de fronteiras físicas claras entre as áreas de chácaras e a FLONA 4, resultando em uma transição gradual e indefinida entre estas duas zonas.

Figura 14 – Imagem de satélite do ponto C2 no córrego Capão da Onça, à jusante do ponto de coleta da CAESB (CAP.CON.001) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Estação seca: O acesso ao ponto foi feito por meio de uma trilha de chão batido, que leva até o início da vegetação de Mata de Galeria, a qual se estende ao longo de todo o leito do córrego, conforme mostrado na figura 15. Na margem, onde o acesso foi realizado, a Mata de Galeria tinha aproximadamente 20 metros de largura, com árvores que variavam de 8 a 15 metros de altura.

Apesar da presença de ocupações nas proximidades, não foi observada a presença de esgoto doméstico ou lixo disperso na área. A correnteza do córrego era fraca, e a água apresentava-se incolor e inodora. A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 68 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Estação chuvosa: Durante o período chuvoso, observou-se um aumento no nível

da água do córrego, que também apresentou uma correnteza significativamente mais intensa em comparação com o período seco. Havia pedras e cascalho no córrego e alguns desbarrancamentos causados pela correnteza mais forte devidos as chuvas.

Em conversas com residentes locais, verificou-se que estes não têm conhecimento sobre os limites da FLONA 4. Não foram encontrados sinais de esgoto ou lixo na região durante a aplicação do protocolo. A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 69 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 2 (estação seca) e 8 (estação chuvosa).

Figura 15 – Vista do ponto C2 no córrego Capão da Onça, à jusante do ponto de coleta da CAESB (CAP.CON.001) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

O ponto C3 ($15^{\circ}39'22.39''S48^{\circ}10'39.34''O$) de aplicação do PRAVIA no córrego Capão da Onça (figura 16), está localizado externo a FLONA 4 na região de chácaras.

Figura 16 – Imagem de satélite do ponto C3 no córrego Capão da Onça, região do núcleo rural Capão da Onça no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Esta região se caracteriza por ser uma região formada por diversas chácaras onde a maioria tem utilidade no cultivo de frutas e hortaliças.

Estação seca: O acesso foi realizado por trilha de chão batido, que passa por uma plantação de hortaliças em chácara de agricultura familiar. Foi implantado pelos chacareiros uma bomba que succiona a água do córrego e abastece as residências e irriga as plantações (figura 17). A Mata de Galeria é estreita, aproximadamente 15 metros de largura. Pode-se observar presença de fauna aquática como alevinos e piabas. A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 77 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”. Informações sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 3.

Estação chuvosa: Não foram observadas transformações significativas no leito do córrego, somente alguns pontos de erosão causados pela chuva. Em conversa com os produtores locais foi possível constatar que os mesmos possuem consciência da importância da conservação da mata ripária para a preservação da água. Este fator é preponderante para o nível de conservação do local.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 82 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 3 (estação seca) e 9 (estação chuvosa).

Figura 17 – Vista do ponto C3 e da bomba utilizada para levar água para região de lavoura e residências.

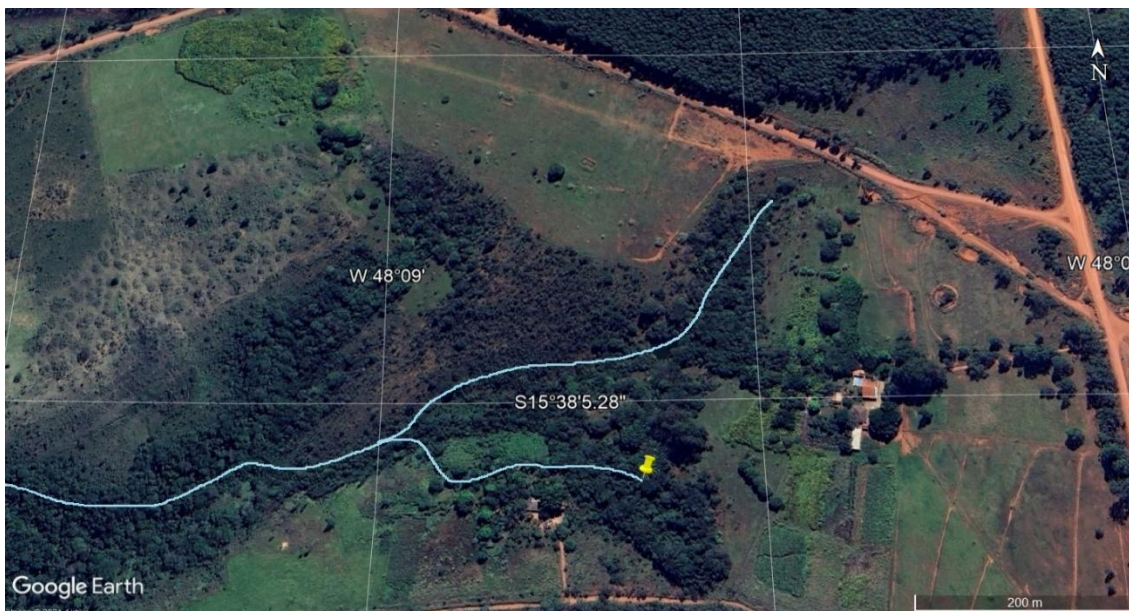


Fonte: Autor (2023).

4.1.2 Microbacia do Córrego Bucanhão

O ponto B1 ($15^{\circ}38'7.91''\text{S}$; $48^{\circ}8'51.03''\text{O}$) está localizado em uma das nascentes do córrego Bucanhão (figura 18), no interior da FLONA 4.

Figura 18 – Imagem de satélite do ponto B1 na nascente do córrego Bucanhão no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Estação seca: A referida nascente fica em uma propriedade rural e o acesso foi através de Mata de Galeria fechada com aproximadamente 30 metros de largura, com árvores de 15 a 25 m de altura. A cobertura vegetal no leito é de 100%.

A nascente possui uma contenção para captura de água e utilização doméstica, figura 19. Devido a contenção de água, os seixos são ausentes e há muita deposição de lama no leito do córrego. A água não apresenta odor e é inodora, sem presença de óleos, graxas ou depósitos de materiais flutuantes como espuma.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 82 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Estação chuvosa: Foi possível constatar que haviam alguns locais do córrego, logo após a nascente, com alterações nos níveis de água, como desbarrancamentos causados pelas chuvas e deposição de folhas e galhos, além de grandes depósitos de lama no leito do córrego.

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

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 4 (estação seca) e 10 (estação chuvosa).

Figura 19 – Vista do ponto B1, nascente do córrego Bucanhão no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2023).

O ponto B2 ($15^{\circ}38'41.83''\text{S}$; $48^{\circ}10'15.85''\text{O}$) está localizado no córrego Bucanhão (Figura 20), em região de chácaras, externa a FLONA 4.

Figura 20 – Imagem de satélite do ponto B2 no córrego Bucanhão no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024)

Esta região do córrego é marcada pela localização de diversas chácaras de usos

na agricultura, para o cultivo de hortaliças e frutas e pecuária, criação de bois e porcos.

Estação seca: O acesso se deu através de trilha no interior da propriedade sendo que as margens do córrego são protegidas por Mata de Galeria com árvores de pequeno e médio porte, variando de 10 a 20 metros.

A cor da água era transparente, sem odor, no fundo do córrego foi possível identificar cascalhos e pedras, os seixos são abundantes, a correnteza é moderada, sem a presença de fauna aquática visível (figura 21). Não foi encontrado indícios de despejo de esgoto ou fossas sépticas.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 76 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Estação chuvosa: Neste período visualizou-se presença de fauna e plantas aquáticas no local, enquanto que os demais parâmetros não apresentaram mudanças significativas.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 82 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 5 (estação seca) e 11 (estação chuvosa).

Figura 21 – Vista do ponto B2 no córrego Bucanhão no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2023).

4.1.3 Rio Descoberto

O ponto A1 ($15^{\circ}38'31.80''\text{S}$ $48^{\circ}10'53.89''\text{O}$) está localizado no encontro dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão, formando o Rio Descoberto (figura 22). O ponto está localizado próximo a ponte da DF 415, região externa a FLONA 4.

Figura 22 – Imagem de satélite do ponto A1 no Rio Descoberto, próximo a ponte da DF 415 no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

A região apresenta muitas atividades relacionadas ao cultivo de hortaliças frutas, sendo possível observar a presença de estufas nas chácaras próximas ao córrego.

Estação seca: O acesso ao local foi por trilha. A Mata de Galeria existente é rala e estreita com aproximadamente 5 m de largura com trechos cobertos por bambus (figura 23) que está dominando o local. Foi observado presença de erosão nas margens do córrego e a cobertura vegetal no leito era menor que 70%.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 73 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Estação chuvosa: No período chuvoso não foram observadas alterações significativas, o córrego apresentou-se mais volumoso devido às chuvas intensas, com águas agitadas, moldando a paisagem à medida que avança. Entre os bambus, há uma variedade de plantas menores, como samambaias e musgos, que prosperam na umidade constante. As raízes dos bambus e de outras plantas contribuem para estabilizar as

margens do córrego, prevenindo erosão e ajudando a manter a qualidade da água.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PRAVIA foi de 74 pontos, categorizando sua condição como “NATURAL”.

Informações adicionais sobre os resultados dos parâmetros avaliados pelo protocolo podem ser visto no Apêndice 6 (estação seca) e 12 (estação chuvosa).

Figura 23 – Vista do ponto A1 no Rio Descoberto no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2023).

Os pontos avaliados pelo PRAVIA funcionam como indicadores da conservação dos pontos visitados. Dessa forma, observou-se que 100% dos pontos analisados foram considerados “naturais.” Houve variação de 68 pontos a 82 pontos na estação seca, e de 65 a 82 pontos na estação chuvosa, conforme quadros 8, 9 e 10. No geral, ambientes considerados naturais são aqueles mantêm características ecológicas e biológicas significativas, sem intervenções humanas severas. Esses ambientes são essenciais para a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Dos seis pontos verificados, dois deles estão no interior da FLONA 4 (C1 e B1); um dos pontos está na região fronteira entre a FLONA 4 e a região rural (C2) e três pontos estão no Núcleo Rural Capão da Onça (C3, B2 e A1).

No córrego Capão da Onça o ponto C3 foi aquele considerado o mais conservado, tanto na estação seca, quanto na chuvosa (quadro 8).

Quadro 8 – Pontos analisados nos córregos Capão da Onça e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).

Pontos	Pontuação		Nível de Conservação	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
C1	69	79	Natural	Natural
C2	68	69	Natural	Natural
C3	77	82	Natural	Natural

Fonte: Autor (2024).

O nível de conservação do ponto C3 está diretamente relacionado com a conservação da mata ripária ao longo do córrego através da estabilização das margens e prevenção de erosão no período das chuvas. A estabilização das margens reduz a quantidade de sedimentos que entram no córrego, melhorando a qualidade da água, desta forma, margens estáveis fornecem ambientes adequados para a fauna e flora aquáticas, protegendo espécies locais e promovendo a biodiversidade.

O menor índice de conservação foi registrado no ponto C2 no córrego Capão da Onça, tanto na estação seca (68 pontos) quanto na estação chuvosa (69 pontos) (quadro 7). Este ponto está a jusante da estação de captação da CAESB e região fronteira entre a Flona 4 e região de chácaras.

O menor índice de conservação deste ponto pode ser devido as pressões que esta localidade vem sofrendo em decorrência de ocupações e invasões irregulares. Essa situação pôde ser constatada em conversas com moradores locais onde os mesmos desconhecem as fronteiras da FLONA e assim, essas áreas são constantemente demandadas por posseiros.

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 (CARDOSO, 2023).

Sabe-se que ocupações irregulares em áreas de floresta nacional comprometem a integridade ambiental e a biodiversidade local. A exploração desordenada desmata vastas áreas, prejudicando a fauna e flora e alterando ciclos ecológicos vitais. Além disso, essas práticas muitas vezes ignoram a importância dos habitats naturais para o equilíbrio climático e a conservação de recursos hídricos. É crucial reforçar a proteção dessas áreas para garantir a preservação dos ecossistemas e o bem-estar das futuras gerações (LOLIVE; OKAMURA, 2020; CARDOSO, 2023).

Invasões em áreas de floresta nacional causam sérios danos ambientais, como o desmatamento e a perda de biodiversidade, que comprometem a saúde dos ecossistemas. Essas atividades ilegais desrespeitam as leis ambientais e aceleram a degradação do solo e a mudança climática. A falta de regulamentação e fiscalização efetiva agrava o problema, exigindo uma resposta mais rigorosa para proteger esses habitats essenciais (CARDOSO, 2023).

A Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006 (BRASIL, 2006), é a principal legislação que estabelece mecanismos para a regularização de ocupações em áreas de Floresta Nacional no Brasil. Esta lei dispõe sobre a Gestão de Florestas Públicas e define regras e procedimentos para a concessão de uso sustentável, proteção e regularização de ocupações nas áreas de florestas públicas, incluindo as Florestas Nacionais.

Esta legislação é crucial para a proteção ambiental, promovendo a criação e manutenção de Unidades de Conservação e assegurando a preservação de recursos naturais e biodiversidade. A lei também busca equilibrar conservação e uso sustentável, embora a eficácia de sua implementação dependa de recursos e fiscalização adequados (BRASIL, 2006).

No córrego Bucanhão foram analisados 2 pontos um no interior da FLONA 4 (B1) e o outro ponto na região de chácaras (B2). O ponto B1, localizado no interior da FLONA 4, recebeu a maior pontuação na estação seca (82) (quadro 9). Neste ponto, foi possível verificar que existe uma contenção da nascente para uso doméstico da água. Há presença de Mata de Galeria bem conservada com vegetação formada por árvores de porte entre 8 a 12 metros de altura. O solo é coberto por uma rica camada de folhas e vegetação rasteira, proporcionando abrigo e alimento para diversas espécies de fauna. A vegetação no entorno da nascente do córrego mantém o equilíbrio ecológico, protegendo o cursos d'água contra erosões.

Quadro 9 – Pontos analisados no córrego Bucanhão e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).

Pontos	Pontuação		Nível de Conservação	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
B1	82	75	Natural	Natural
B2	76	82	Natural	Natural

Fonte: Autor (2024).

A queda na pontuação no ponto B1 de 82 na seca, para 75 na estação chuvosa (quadro 9), pode ser devido às chuvas que com o aumento da vazão na conteção foi

possível observar que o represamento inundou, causando erosões nas margens do córrego próximo a nascente, afetando a qualidade do solo, levando à sedimentação em outros locais com ausência de seixos e grandes depósitos de lama.

A região da FLONA 4 deveria ser caracterizada por ser uma área com poucas intervenções humanas, como urbanização e agricultura, resultando em ecossistemas mais saudáveis, porém, é importante destacar que nesta região existem algumas propriedades rurais. É uma região cortada verticalmente pela DF 445 e transversalmente pela DF 415, o que facilita o acesso ao local.

A região de nascente do Córrego Bucanhão possui duas outorgas para captação de água, uma superficial e outra subterrânea, conforme já retratado por Oliveira (2020). Assim, é possível inferir que as ocupações nestas áreas tenham ocorrido antes da criação e demarcação da Unidade de Conservação. Nesses casos, a situação das ocupações pré-existent é tratada de acordo com a legislação e políticas específicas.

O governo pode estabelecer mecanismos para regularizar a situação das pessoas ou comunidades que já estavam ocupando a área antes da criação da Floresta Nacional. Isso pode incluir concessões de uso sustentável, contratos de gestão ou outras formas de acordo que respeitem as leis ambientais e a necessidade de conservação.

A regularização e gestão de ocupações anteriores em florestas nacionais são tratadas com cuidado para equilibrar a conservação dos recursos naturais com as necessidades e direitos das pessoas que vivem nessas áreas há mais tempo.

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), conhecida como Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é a principal legislação que estabelece os mecanismos para a criação, gestão e regularização de unidades de conservação, incluindo as Florestas Nacionais, e aborda questões relativas à regularização de ocupações preexistentes. Esta Lei prevê que o poder público deve buscar soluções para a situação dos ocupantes preexistentes, garantindo a conformidade com as diretrizes de conservação e promovendo a regularização, exigindo ainda a elaboração de Planos de Manejo para as unidades de conservação, que devem incluir estratégias para a regularização de ocupações, gestão dos recursos naturais e uso sustentável das áreas protegidas (BRASIL, 2020).

O ponto B2 está localizado em região externa a FLONA 4 e seu nível de conservação tem considerações parecidas com o nível de conservação do ponto C3 no córrego Capão da Onça (quadro 8). Apesar desses pontos se localizarem em região externa a FLONA 4, possuem níveis de conservação “natural” devido principalmente a

conservação da mata ripária ao longo do córrego.

Em relação a conservação da mata ripária Castellan (2022) afirma que a conservação desta matas é crucial para a saúde dos ecossistemas aquáticos e terrestres. De acordo com o autor, ela atua como um filtro natural, melhorando a qualidade da água ao reduzir poluentes e sedimentos. Além disso, estabiliza as margens dos corpos d'água, prevenindo a erosão e mitigando o risco de inundações. A mata ripária também oferece habitat para uma rica biodiversidade, essencial para o equilíbrio ecológico. Por fim, promove a infiltração de água no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

O ponto A1, localizado no Rio Descoberto, também classificado como “NATURAL” (quadro 10), está em uma região vital para a segurança hídrica do Distrito Federal, pois desempenha um papel crucial no abastecimento de água dessa região.

Quadro 10 – Ponto analisado no Rio Descoberto e suas respectivas pontuações e nível de conservação, na estação seca e chuvosa, obtidas pela aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação Visual de Impacto Ambiental (PRAVIA).

Pontos	Pontuação		Nível de Conservação	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
A1	73	74	Natural	Natural

Fonte: Autor (2024).

Apesar dos pontos avaliados possuírem pontuação referentes a condições ambientais “naturais” é importante salientar que a FLONA 4, na região de estudo, está sofrendo pressão quanto a ocupações e invasões, o que a médio e longo prazo pode ocasionar a deterioração dos recursos hídricos da região com consequente redução da vazão e poluição das águas que formam o Rio Descoberto e abastecem a represa do Descoberto.

Dessa forma é imprescindível que os córregos que integram esse importante rio tenham um fluxo constante e equilibrado, essencial para enfrentar períodos de seca e garantir o fornecimento de água para a população e atividades econômicas. Além disso, a proteção e a preservação das nascentes e dos cursos d'água são fundamentais para manter a qualidade e a quantidade de água disponível, sustentando a segurança hídrica das áreas urbanas e rurais.

4.2 Análise da Qualidade da Água

Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras de água

dos Córregos Capão da Onça, Bucanhão e Rio Descoberto coletadas na estação seca e chuvosa estão dispostos na tabela 14. Estes estão representados pelos marcadores físicos (temperatura, turbidez e sólidos totais), marcadores químicos (pH, DBO, OD, fósforo e nitrogênio) e o marcador microbiológico, coliformes termotolerantes (CT).

Tabela 14 – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológica da água coletada nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3), Bucanhão (B1, B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal na estação seca e chuvosa.

PONTOS						
	Córrego Capão da Onça			Córrego Bucanhão		Rio Descoberto
	C1	C2	C3	B1	B2	A1
Altitude (m)	1.180	1.170	1.127	1.260	1.132	1.105
ESTAÇÃO SECA						
PARÂMETROS						
Temperatura (° C)	20,9	20,9	21,2	20,6	20,2	21,5
Turbidez (UNT)	0,75	0,90	1,3	4,22	3,32	2,55
Sólidos Totais (mg/L)	12	24	30	< 10	34	< 22
pH	5,43	5,89	5,94	5,00	5,74	5,54
DBO 5 (mg/L)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
OD (mg/L)	7,45	7,62	7,66	7,30	7,53	7,25
Fósforo Total (mg/L)	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060
Nitrogênio Total (mg/L)	0,52	0,68	1,3	< 0,50	< 0,50	< 0,15
CT (NMP/100mL)	490	110	170	1,8	490	790
ESTAÇÃO CHUVOSA						
Temperatura (° C)	21,8	22,9	22,3	21,5	21,7	22,6
Turbidez (UNT)	14,7	3,07	1,82	0,99	4,38	2,8
Sólidos Totais (mg/L)	22	38	20	< 10	< 3	12
pH	6,42	6,69	6,02	4,33	5,87	6,22
DBO 5 (mg/L)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
OD (mg/L)	9,06	9,12	9,33	9,50	9,15	9,45
Fósforo Total (mg/L)	0,060	< 0,060	< 0,060	0,060	< 0,015	< 0,060
Nitrogênio Total (mg/L)	< 0,50	< 0,50	0,60	< 0,50	< 0,50	0,80
CT (NMP/100mL)	< 1,8	170	< 1,8	78	450	45

Fonte: Autor (2024).

Com intuito de verificar a consistência dos dados coletados foi utilizado como comparativo a série histórica da CAESB com análises físico-químicas e bacteriológicas para o Córrego Capão da Onça no período de 2010 a 2024. O córrego Bucanhão não possui estação de coleta de água da CAESB, portanto, não possui série histórica de dados. O Rio Descoberto também não possui estação de coleta nas proximidades do ponto de

coleta, assim também não foi utilizada a série histórica deste rio para comparação.

O Córrego Barrocão, situado a norte das duas microbacias de estudo, tem a área de sua microbacia totalmente externa a FLONA 4 e possui características de uso e ocupação do solo parecidas com a área de estudo. A série histórica deste córrego engloba o período de 2015 a 2024 e serão apresentados juntos as análises desta pesquisa.

A Resolução nº 02 do Conselho de Recursos Hídricos do DF, de 17 de dezembro de 2014 estabelece o enquadramento na classe 1 para o Córrego Capão da Onça, já os córregos Bucanhão e o Rio Descoberto são classificados como água doce classe 2, conforme a mesma resolução por não possuírem um enquadramento (CRH, 2014).

O córrego Barrocão, vizinho aos córregos analisados no presente estudo, também é classificado na classe 2. Esta classificação 2 é utilizada para corpos d'água que podem ser utilizados para abastecimento público, desde que com tratamento adequado, além de permitir usos recreativos de contato secundário e atividades pesqueiras e de aquicultura.

Para fins de conformidade foram utilizados os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2.

4.2.1 Temperatura

No Córrego Capão da Onça a temperatura variou de de 20,9 °C (C1 e C2) a 21,2 °C (C3) na estação seca e de 21,8 °C (C1) a 22,9 °C (C2) na estação chuvosa (figura 24).

A série histórica da CAESB com coletas realizadas de 19/01/2010 a 08/02/2024 com 86 análises para este parâmetro para o Córrego Capão da Onça apresentou menor valor de 15,9 °C em 04/07/2017 e maior valor 23,7 °C em 01/10/2014 nas estações secas e menor valor de 20,0 °C em 03/11/2021 e maior valor de 25,7 °C em 13/11/2019 nas estações chuvosas.

No Córrego Bucanhão variou de 20,2 °C (B2) a 20,6 °C (B1) na estação seca e de 21,5 °C (B1) a 21,7 °C (B2) na estação chuvosa (figura 24).

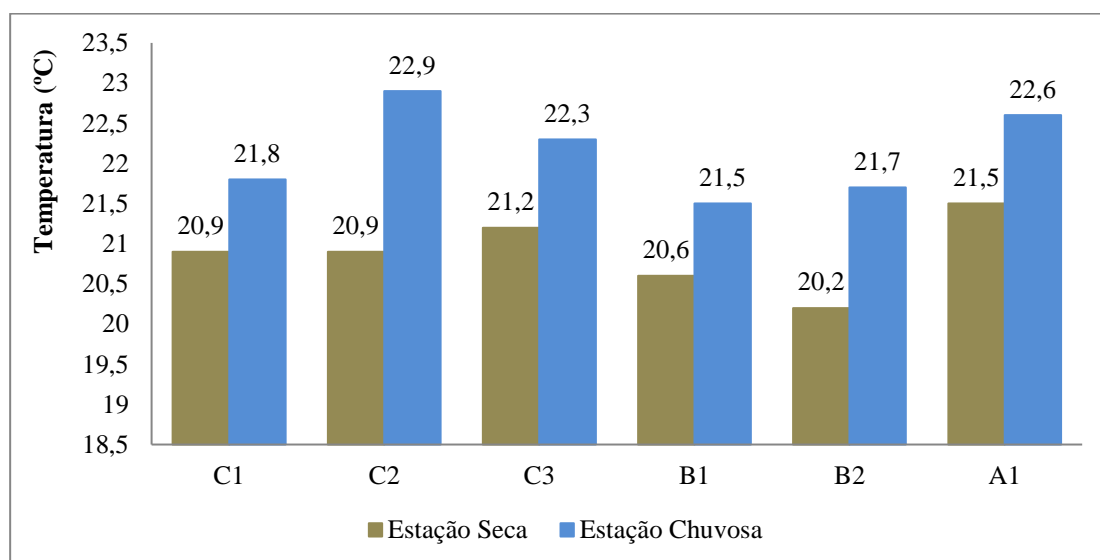
No Rio Descoberto a temperatura foi de 21,5 °C (A1) na estação seca e de 22,6 °C (A1) na estação chuvosa (figura 24).

A série histórica da CAESB com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 para o Córrego Barrocão, com 62 análises para este parâmetro, apresentou menor temperatura de 18,1 °C em 05/09/2017 e maior temperatura de 24,3 °C em 03/05/2018 nas estações secas e menor valor de 20,3 °C em 18/11/2021 e maior valor de 25,8 °C em

13/11/2019 nas estações chuvosas.

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).

Figura 24 – Variação da temperatura (°C) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024)

A temperatura da água nos rios e córregos geralmente aumenta do período seco para o período chuvoso conforme apontando por Allan (2004). De acordo com esse autor, a água da chuva que escorre pelas superfícies aquáticas pode estar mais quente, especialmente se passar por áreas expostas ao sol. Esse escoamento pode elevar a temperatura da água nos rios e córregos.

Wetzel (2001) aponta ainda que a temperatura pode variar conforme a região e as características específicas do ambiente, mas, em geral, a interação entre a exposição solar, o volume de água e as condições ambientais são cruciais para essas mudanças de temperatura.

Assim, pode-se concluir que a temperatura esteve diretamente relacionada a estação de coleta, evidenciando a integração das condições climáticas com o ambiente.

4.2.2 Turbidez

A turbidez variou no córrego Capão da Onça de 0,75 UNT (C1) a 1,3 UNT (C3) na estação seca e de 1,82 UNT (C3) a 14,7 UNT (C1) na estação chuvosa (figura 25).

A série histórica da CAESB para o Córrego Capão da Onça com dados

analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 e 89 análises para este parâmetro teve o menor valor de turbidez de 0,5 UNT em 03/05/2018 e o maior de 8,4 UNT em 30/08/2023 nas estações secas e menor índice de 0,7 UNT em 29/03/2012 e maior de 7,2 UNT em 08/02/2024 nas estações chuvosas.

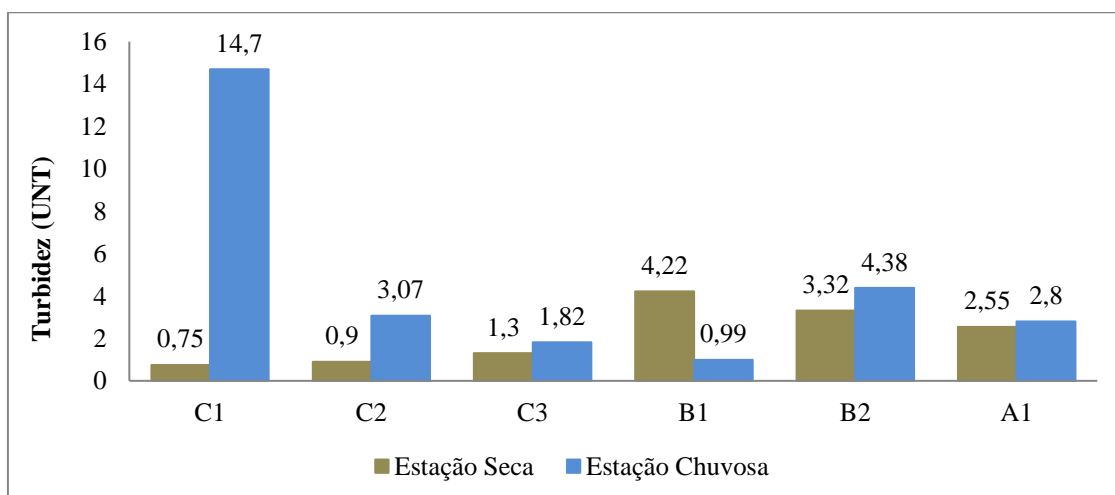
No córrego Bucanhão variou de 3,32 UNT (B2) a 4,22 UNT (B1) na estação seca e de 0,99 UNT (B1) a 4,38 UNT (B2) na estação chuvosa (figura 25).

No rio Descoberto a turbidez foi de 2,55 UNT (A1) na estação seca e de 2,8 UNT (A1) na estação chuvosa (figura 25).

Todos os valores, em todos os pontos analisados, estão abaixo do máximo permitido, uma vez que o valor permissível de turbidez é de até 100 UNT, segundo a resolução CONAMA nº 357/2005.

A série histórica da CAESB para o Córrego Barrocão com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 62 análises para este parâmetro, apresentou menor índice de turbidez de 0,5 UNT em 03/05/2018 e maior índice de 203 UNT em 30/08/2023 nas estações secas. Nas estações chuvosas o menor índice registrado foi de 2,6 UNT em 17/11/2015 e maior índice de 30,8 UNT em 18/11/2021. O índice de turbidez de 203 UNT está acima do permitido pela Resolução CONAMA.

Figura 25 – Variação da turbidez (UNT) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Na presente pesquisa, na estação chuvosa, o Córrego Capão da Onça no ponto C1, apresentou valor de turbidez de 14,7 UNT que destoou dos valores observados nos demais pontos de análise (figura 25), como também da série histórica da CAESB para este córrego. Foi possível observar, de acordo com o resultado do PRAVIA, que a região

onde está localizado o ponto C1 passou por incêndio na estação seca, assim, o aumento considerável da turbidez neste ponto pode estar diretamente relacionado com o carregamento de cinzas e matérias oriundas da queimada para o córrego na estação chuvosa.

O aumento ou a diminuição nos índices de medição da turbidez está diretamente relacionado com resistência da água à passagem de luz, sendo que, o aumento nos índices de medição é provocada pela presença de partículas flutuando na água (RICHTER, 2009). Durante as estações chuvosas, pode ocorrer o aumento do volume de resíduos que são carregados para os corpos d'água, elevando a turbidez (CETESB 2009). Assim, áreas com solo exposto tendem a contribuir para o aumento dos resíduos e da turbidez nos corpos hídricos (PASSOS; MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2018).

Mesmo com aumento abrupto da turbidez no ponto C1, na estação chuvosa, todos os valores das medições, em todos os pontos, estiveram com valores consideravelmente abaixo do estabelecido na resolução CONAMA nº 357, que reflete os bons índices da preservação da área.

Assim, pode-se concluir que o desenvolvimento da vegetação herbácea no ponto C1 no período chuvoso, impediu que grandes quantidades de substratos fossem carregados para o interior do córrego o que poderia aumentar os índices de turbidez com prejuízo para biota aquática.

4.2.3 Sólidos Totais

A concentração de sólidos totais no Córrego Capão da Onça variou de 12 mg/L (C1) a 30 mg/L (C3) no período seco e de 20 mg/L (C3) a 35 mg/L (C2) no período chuvoso (figura 26).

A série histórica da CAESB para o Córrego Capão da Onça com dados analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 e 87 análises para este parâmetro teve o menor valor de sólidos totais encontrado de 1,0 mg/L em 08/07/2010 e o maior de 5,5 mg/L em 22/05/2020 nas estações secas e menor índice de 0,9 mg/L em 07/01/2016 e maior de 14,9 mg/L em 26/01/2023 nas estações chuvosas.

No córrego Barroco variou de 10 mg/L (B1) a 34 mg/L (B2) no período seco e de 3 mg/L (B2) a 10 mg/L (B1) no período chuvoso (figura 26).

No rio Descoberto a concentração de sólidos totais foi de 22 mg/L (A1) na estação

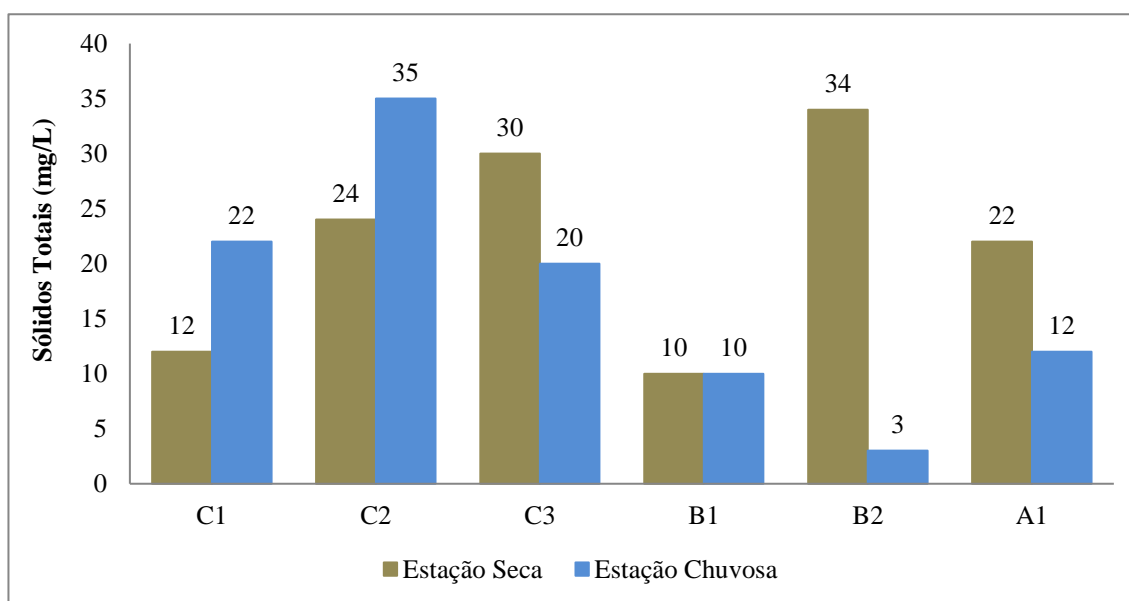
seca e de 12 mg/L (A1) na estação chuvosa (figura 26).

Os resultados estão em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece limite máximo para sólidos totais de 500 mg/L.

A série histórica da CAESB para o Córrego Barroco com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 39 análises para este parâmetro, apresentou a menor concentração de sólidos totais de 4 mg/L em 23/09/2021 e maior concentração de 118 mg/L em 30/08/2023 nas estações secas. Nas estações chuvosas a menor concentração de 16 mg/L foi registrada em 15/02/2023 e maior concentração de 206 mg/L foi registrada em 05/02/2021.

Assim, os dados da série histórica estão em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005.

Figura 26 – Variação da concentração do sólidos totais (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

A concentração de sólidos totais nos ecossistemas aquáticos lóticos está fortemente relacionada a todas as impurezas encontradas no curso da água, exceto os gases (VON SPERLING, 2014). A entrada de sólidos nas águas pode ocorrer de forma natural por meio dos processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou de forma antrópica pelo lançamento de lixo e esgoto, ou ainda pelo uso do solo no entorno (NUNES, 2008).

Assim, pode-se inferir que a variação da concentração de sólidos totais ocorreu por processos naturais, sem alterações antrópicas.

4.2.4 Potencial Hidrogeniônico - pH

O pontencial hidrogeniônico no Córrego Capão da Onça variou de 5,43 (C1) a 5,94 (C3) na estação seca e de 6,02 (C3) a 6,69 (C2) na estação chuvosa (figura 27).

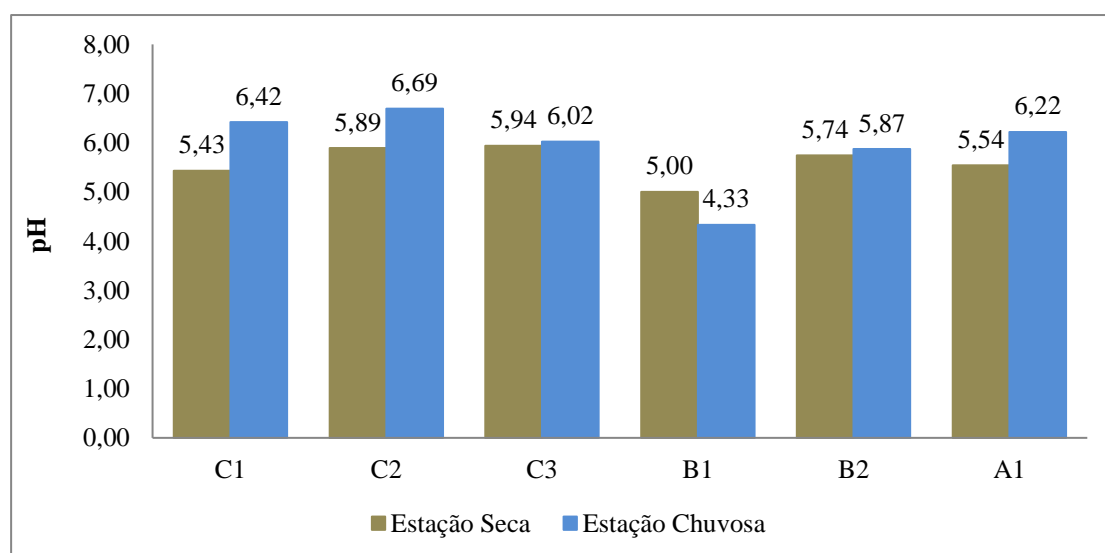
A série histórica da CAESB para o pH no Córrego Capão da Onça com dados analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 e 81 análises para este parâmetro, teve valor mínimo de pH de 5,8 em 13/06/2011 e máximo de 8,6 em 08/05/2014 nas estações secas. Nas estações chuvosas o valor mínimo registrado de pH foi de 4,87 em 15/12/2021 e máximo de 8,5 em 28/01/2014.

No córrego Bucanhão variou de 5,0 (B1) a 5,74 (B2) na estação seca e de 4,33 (B1) a 5,87 (B2) na estação chuvosa (figura 27).

No rio Descoberto o potencial hidrogeniônico foi de 5,54 (A1) na estação seca e de 6,22 (A1) na estação chuvosa (figura 27).

A série histórica da CAESB para o Córrego Barrocão com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 61 análises para este parâmetro, apresentou menor valor de pH de 5,9 em 02/05/2019 e maior de 8,37 em 03/07/2020 nas estações secas. Nas estações chuvosas o menor valor registrado de pH foi de 5,12 em 15/12/2021 e maior de 7,8 em 12/11/2021.

Figura 27 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece que a faixa ideal de pH deve variar de 6 e 9. Dessa forma, verifica-se que na estação seca os valores de pH estiveram fora do

estabelecido na referida resolução. Na estação chuvosa, exceto no ponto B1 do córrego Bucanhão, houve uma tendência de aumento de pH em todos os pontos, ou seja, o advento das chuvas ocasionou um aumento do pH nos córregos.

Oliveira-Filho e Parron (2022), afirmam em relação ao bioma Cerrado que “assim como seu solo, a água natural tem pouco cálcio, o que resulta em uma baixa dureza” e completa ainda, “essa baixa dureza e a questão do pH (normalmente mais ácido) estão relacionadas ao solo típico do bioma, que é classicamente conhecido por ter baixo pH e pouca disponibilidade de nutrientes, principalmente cálcio e magnésio. Por isso, esse recurso natural do Cerrado tem características diferenciadas.” Ademais, Mattos e Esmeraldino (2003) afirmam que no bioma Cerrado a chuva pode causar a erosão do solo e a liberação de minerais que são naturalmente alcalinos, como carbonatos e bicarbonatos. Esses minerais se dissolvem na água do córrego, aumentando o pH.

Assim, no bioma Cerrado, é comum que os valores de pH aumentem com o advento das chuvas e, que se apresentem baixos ou ácidos em alguns períodos do ano, sendo condizentes com o tipo de solo.

4.2.5 Demanda bioquímica de Oxigênio - DBO

Para os registros de DBO no Córrego Capão da Onça houve concentração constante de 1,0 mg/L (C1, C2, C3) na estação seca e também constante de 1,0 mg/L (C1, C2, C3) na estação chuvosa (figura 28).

A série histórica da CAESB para a DBO no Córrego Capão da Onça no período de 19/01/2010 a 08/02/2024 não apresenta os resultados para este parâmetro.

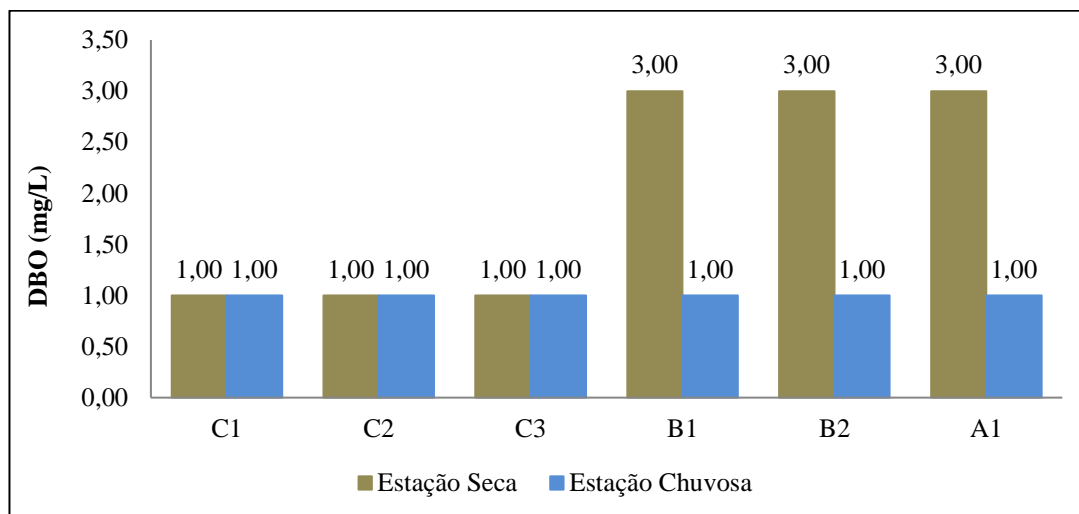
No córrego Bucanhão apresentou concentração de 3,0 mg/L (B1, B2) na estação seca e de 1,0 mg/L (B1, B2) na estação chuvosa (figura 28).

O Rio Descoberto teve concentração de 3,0 mg/L (A1) na estação seca e de 1,0 mg/L (A1) na estação chuvosa (figura 28).

Em todos os pontos os valores atenderam ao estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, que é de até 5mg/L.

A série histórica da CAESB para o Córrego Barrocão com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 15 análises para este parâmetro apresentou variação de 1 mg/L a 3 mg/L tanto nas estações secas quanto chuvosas, exceto em 30/08/2023 onde foi observado um pico de DBO de 4 mg/L, condizentes com a CONAMA 357/2005.

Figura 28 - Variação da concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Os valores de DBO na região é explicado pela ausência de águas poluídas, uma vez que, as águas não poluídas ou limpas têm elevadas concentrações de oxigênio dissolvido, baixa DBO, beirando o ponto de saturação (PASSOS, MUNIZ, OLIVEIRA-FILHO; 2018). Assim, a Demanda Bioquímica de Oxigênio é indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração, assim, a conformidade de todos os pontos nos leva a concluir que existe grande possibilidade de não haver fonte poluidora nas imediações dos córregos.

4.2.6 Oxigênio Dissolvido

Para as concentrações de oxigênio dissolvido no Córrego Capão da Onça houve variação de 7,45 mg/L (C1) a 7,66 mg/L (C3) na estação seca e de 9,06 mg/L (C1) a 9,33 mg/L (C3) na estação chuvosa (figura 29).

A série histórica da CAESB para o Córrego Capão da Onça com dados analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 e 87 análises para este parâmetro, registrou o menor valor de oxigênio dissolvido de 5,3 mg/L em 20/07/2013 e o maior de 8,41 mg/L em 04/07/2017 nas estações secas. Nas estações chuvosas o menor valor registrado foi de 6,1mg/L em 12/03/2013 e maior valor de 8,0 mg/L em 19/01/2010.

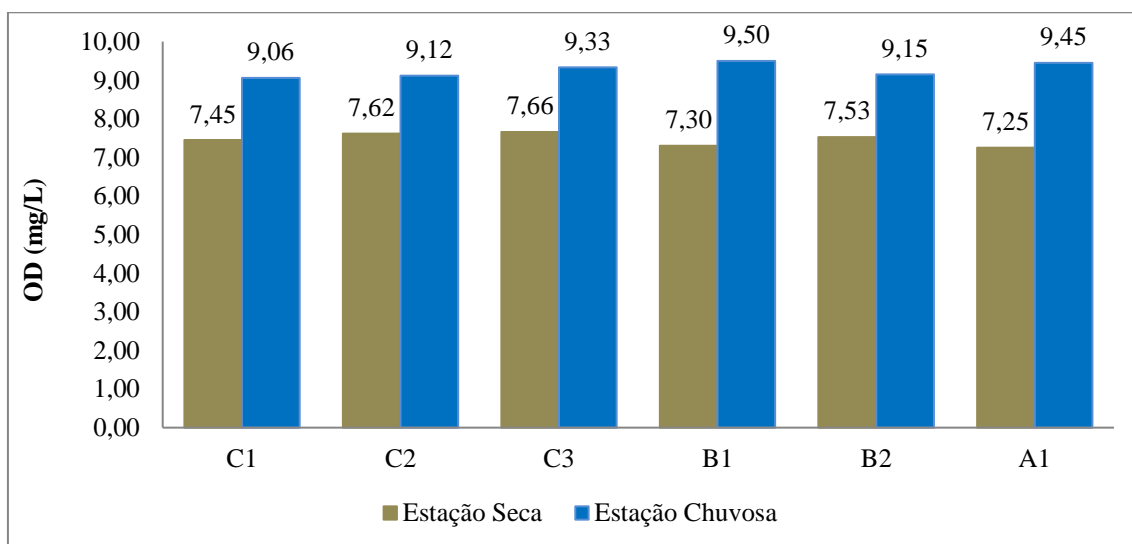
No córrego Bucanhão houve variação de 7,30 mg/L (B1) a 7,53 mg/L (B2) na estação seca e de 9,15 mg/L (B2) a 9,50 mg/L (A1) na estação chuvosa (figura 29).

O Rio Descoberto apresentou concentração de 7,25 mg/L (A1) na estação seca e de 9,45 mg/L (A1) na estação chuvosa (figura 29).

A série histórica da CAESB para o Córrego Barrocão com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 63 análises para este parâmetro, apresentou menor concentração de 6 mg/L em 22/05/2020 e maior concentração de 8,34 mg/L em 03/07/2015 nas estações secas. Nas estações chuvosas a menor concentração foi de 6,21 mg/L em 01/11/2016 e a maior de 7,45 mg/L em 17/11/2015.

Os valores estão de acordo com o estabelecido resolução CONAMA 357/2005, uma vez que os resultado para Oxigênio dissolvido não podem ser inferiores a 5,0 mg/L.

Figura 29 - Variação da concentração de oxigênio dissolvido - OD (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

A concentração de oxigênio dissolvido é fundamental para a biota aquática porque o oxigênio é essencial para a respiração celular de muitos organismos aquáticos, incluindo peixes, invertebrados e microorganismos.

Esses organismos dependem do oxigênio presente na água para realizar processos metabólicos vitais e assim é possível constatar que os níveis de oxigênio dissolvido estão em condições adequadas para manter a saúde e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos da região.

4.2.7 Fósforo Total

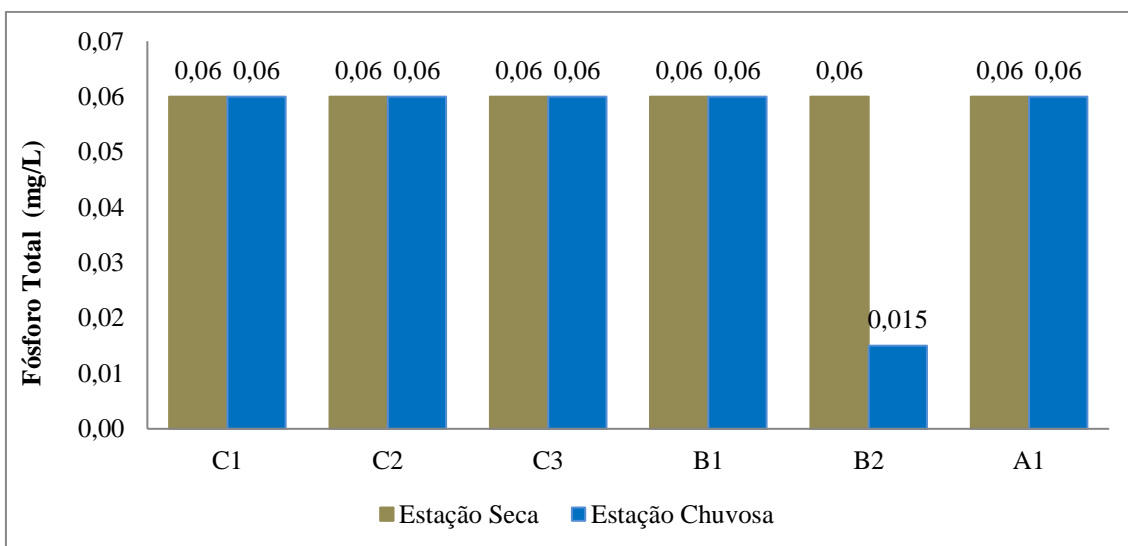
As taxas de fósforo foram iguais a 0,06 mg/L em ambas as estações, para todos os pontos, em todos os córregos, exceto no ponto B2, do córrego Bucanhão, onde na

estação chuvosa esse valor diminuiu para 0,015 mg/L (figura 30). Estes valores estão de acordo com o estabelecido pelas normas da resolução CONAMA 357/05, uma vez que os resultados não podem ser maiores que 0,1 mg/L.

Na série histórica da CAESB para o Córrego Capão da Onça com com 88 análises para este parâmetro no período de 19/01/2010 a 08/02/2024 apertou 74 análises com concentrações de fósforo total iguais ou menores a 0,1 mg/L e 14 análises com concentração de fósforo superiores a 0,1 mg/L, sendo 12 análises com concentração de 0,3 mg/L o que evidencia 15,9% de análises com concentrações acima do permitido.

A série histórica da CAESB para o Córrego Barroco com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 62 análises para este parâmetro, apresentou 33 análises com concentração de fósforo iguais ou menores a 0,1 mg/L e 29 análises com concentração de fósforo superiores a 0,1 mg/L; sendo 27 análises com a concentração de 0,3 mg/L. Com isso, foi possível constatar que a série histórica para o Córrego Barroco possui 46,7% de análises de fósforo com concentrações acima do permitido.

Figura 30 - Variação da concentração de fósforo total (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Sabe-se que a presença de fósforo em um ambiente aquático se dá na forma orgânica e inorgânica. O fósforo orgânico aparece associado à matéria orgânica (proteínas e aminoácidos), já o fósforo inorgânico se encontra na forma de ortofosfato e polifosfatos (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Considerando as concentrações de fósforo total das séries históricas os resultados trazem a informação que existe a possibilidade de deposição de fósforo orgânico através de esgoto doméstico ou a deposição de resíduos de fósforo inorgânico, que levantariam a suspeita de possível contaminação por fertilizantes, o que pode ser explicado pela presença da atividade agrícola no entorno.

Nesta prática, é frequente o uso de fertilizantes, os quais possuem uma quantidade significativa de fósforo em sua composição, que pode ser facilmente transportado pelas águas da chuva para os leitos de córregos e rios, colaborando para o processo de eutrofização desses corpos d'água.

4.2.8 Nitrogênio Total

Para os registros de concentração de nitrogênio total, o Córrego Capão da Onça apresentou variação na concentração de 0,52 mg/L (C1) a 1,30 mg/L (C3) na estação seca e 0,50 mg/L (C1, C2) a 0,60 mg/L (C3) na estação chuvosa (figura 31).

A série histórica da CAESB para o Córrego Capão da Onça com dados analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 e 37 análises para este parâmetro, apresentou menor valor de 0,129 mg/L em 06/05/2015 e maior valor de 0,659 mg/L em 06/07/2023 nas estações secas. Já nas estações chuvosas o menor valor registrado foi de 0,06 mg/L em 05/02/2021 e maior valor de 0,625 mg/L em 13/01/2022.

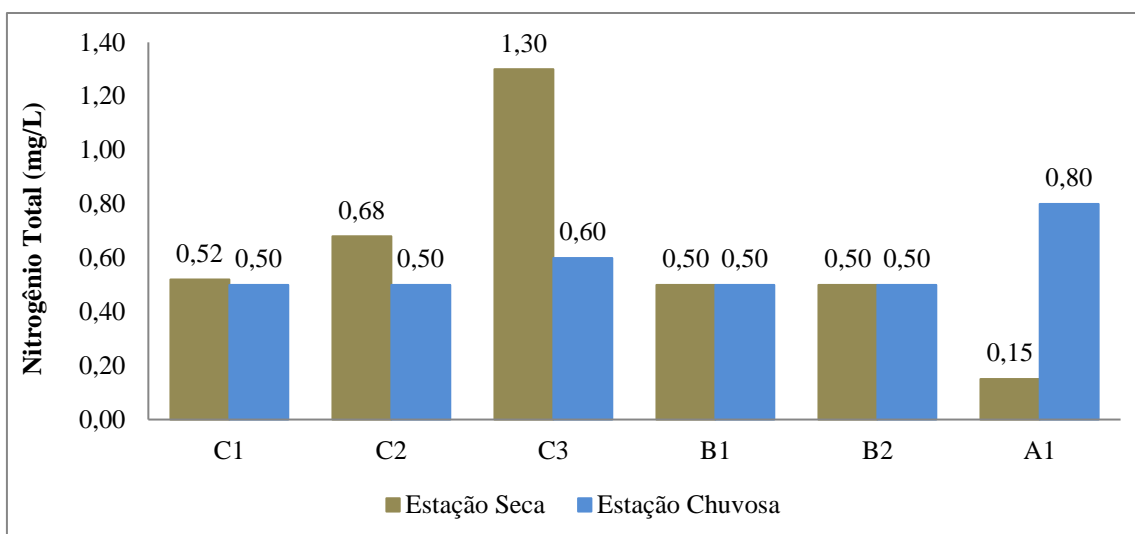
O córrego Bucanhão apresentou concentração constante de 0,50 mg/L (B1, B2) na estação seca e também constane de 0,50 mg/L (B1, B2) na estação chuvosa (figura 31).

O Rio Descoberto apresentou concentração de 0,15 mg/L na estação seca e 0,80 mg/L na estação chuvosa (figura 31).

A série histórica da CAESB para o Córrego Barrocão com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 58 análises para este parâmetro, apresentou a menor concentração de nitrogênio total de 0,41 mg/L em 06/05/2015 e maior concentração de 0,68 mg/L em 11/09/2020 nas estações secas. Nas estações chuvosas, a menor concentração de nitrogênio total foi de 0,41 mg/L em 08/01/2015 e maior concentração de 0,69 mg/L em 18/03/2021.

As concentrações estão em conformidade com a resolução CONAMA 357/05 uma vez que os resultados não podem ser superiores à concentração de 2,18 mg/L.

Figura 30 - Variação do nitrogênio total (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

O nitrogênio orgânico faz parte das moléculas de proteínas vegetais e animais, e sua presença no corpo hídrico indica uma poluição recente por esgoto bruto (NUVOLARI, 2011). O uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura também pode resultar em escoamento superficial que carrega o nitrogênio para rios e lagos na estação chuvosa (ANA, 2023).

4.2.9 Coliformes Termotolerantes

A concentração de Coliformes Termotolerantes no Córrego Capão da Onça variou de 110 NMP/100 mL (C2) a 490 NMP/100 mL (C1) na estação seca, e 1,8 NMP/100 mL (C1 e C3) a 170 NMP/100 mL (C2) na estação chuvosa (figura 32).

A série histórica de análises feita pela CAESB para o Córrego Capão da Onça com dados analisados de 19/01/2010 a 08/02/2024 com 96 análises para este parâmetro, apresentou 30 análises com concentrações abaixo de 1000 NPM/100 mL e 66 análises com concentrações acima de 1000 NPM/100 mL com pico de 2.613 NPM/100 mL em 28/11/2023, o que representa 68,75% do resultados das amostras de não conformidade com a referida resolução.

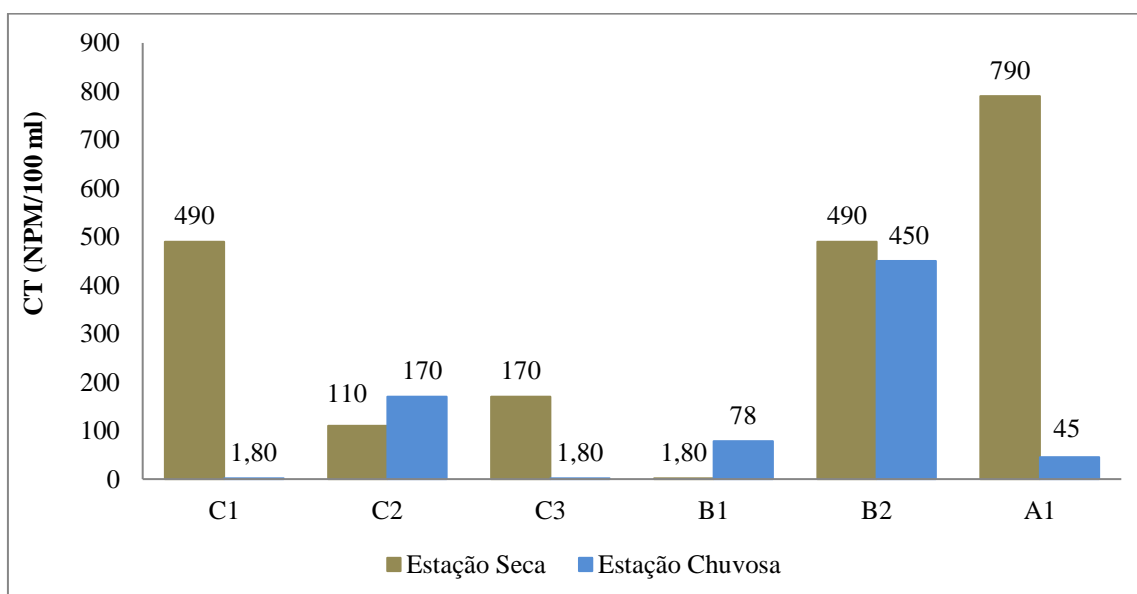
No Córrego Bucanhão houve variação de 1,8 NMP/100 mL a 490 NMP/100 mL na estação seca e 78 NMP/100 mL a 450 NMP/100 mL na estação chuvosa (figura 32).

O Rio Descoberto apresentou concentração de 790 NMP/100 mL na estação seca e 45 NMP/100 mL na estação chuvosa (figura 32).

A resolução CONAMA 357/05 determina que o limite aceitável é de até 1.000 NMP/100 mL.

A série histórica da CAESB para o Córrego Barroco com coletas realizadas de 08/01/2015 a 13/06/2024 e 63 análises para este parâmetro apresentou 2 análises com concentração de coliformes termotolerantes menores que 1000 NPM/100 ml e 61 análises com concentração de coliformes termotolerantes acima de 1000 NPM/100 ml. Houve pico de 3.255 NPM/100 ml no dia 28/11/2023. Neste caso, foi possível constatar que a série histórica para o Córrego Barroco possui 96,8% de análises de coliformes termotolerantes com concentrações acima do permitido pela resolução.

Figura 31 - Variação do nitrogênio total (mg/L) nos pontos de coleta no Córrego Capão da Onça (C1; C2; C3), Córrego Bucanhão (B1; B2) e Rio Descoberto (A1) no Distrito Federal.



Fonte: Autor (2024).

Os coliformes termotolerantes são definidos na Resolução Conama nº 357/05 como sendo bactérias gram-negativas e em forma de bacilos, que podem estar presentes em fezes humanas e de outros animais homeotérmicos e são um importante parâmetro para determinação da qualidade da água de um sistema (BRASIL, 2005).

Quando se faz a análise da água e se detecta contaminação por coliformes termotolerantes, significa que naquele local houve descarga de esgoto em período recente ou a água de escoamento das pastagens pode estar carregada de fezes e resíduos animais em período chuvoso (VON SPERLING, 2014).

4.3 Determinação do Índice de Qualidade da Água

O Índice de Qualidade da Água (IQA) avalia a qualidade da água em corpos hídricos com base em vários parâmetros ambientais. Este índice integra indicadores para fornecer uma visão geral da saúde ecológica de um ecossistema aquático. O IQA é essencial para monitorar a poluição, assegurar a proteção ambiental e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos. Sua avaliação permite identificar problemas e orientar políticas para melhorar a qualidade da água e proteger a vida aquática (SOUZA; REIS; SÁ, 2014).

De maneira geral os parâmetros que compõe o IQA como, Turbidez, Sólidos Totais, Potencial Hidrogeniônico, DBO 5, OD, Fósforo Total, Nitrogênio Total e Colifórmes Termotolerantes quando aumentados no ambiente de análise, reduzem o IQA proporcionalmente aos seus pesos atribuídos (SMITH, 2009). Este autor afirma que os parâmetros são ajustados de forma que um aumento em suas concentrações indica uma piora na qualidade da água resultando em uma redução proporcional do IQA.

Valores elevados ou fora dos limites ideais para qualquer um dos parâmetros também indicam uma deterioração na qualidade da água e contribuem para uma redução no Índice de Qualidade da Água (MCKENZIE, 2016). A temperatura influencia a qualidade da água de forma indireta, ajustando a forma como outros parâmetros são interpretados (BOYD, 2015).

A tabela 15 apresenta os valores dos IQAs de amostras coletadas em três pontos na estação seca e chuvosa no Córrego Capão da Onça.

Tabela 15 – Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Córrego Capão da Onça nos pontos C1, C2 e C3 na estação seca e chuvosa.

Pontos	IQA		Qualidade da Água	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
C1	68,0	86,1	Boa	Ótima
C2	75,9	77,0	Boa	Boa
C3	74,6	85,4	Boa	Ótima

Fonte: Autor (2024).

Os resultados dos IQAs nos pontos C1, C2 e C3 do córrego Capão da Onça, tiveram melhoras significativas da estação seca para a estação chuvosa. Através da análise laboratorial foi possível constatar que essa melhora se deve principalmente ao aumento do pH e da concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) que ocorreu da estação seca para a estação chuvosa nesses pontos. Vale ressaltar que os valores obtidos de pH na estação seca para os pontos C1, C2 e C3 foram de 5,43; 5,89 e 5,94, respectivamente, todos abaixo dos limites estipulados pela resolução CONAMA 357/2005 que é entre 6 a 9. Já na estação chuvosa os valores estiveram dentro do estabelecido pela resolução e foram os seguintes: 6,42; 6,69 e 6,02, para C1, C2 e C3, respectivamente.

Boyd (2015) apresenta que o pH ácido tem influência direta na concentração de Oxigênio Dissolvido em um ambiente lótico. Aponta ainda que águas ácidas podem ter menor solubilidade para o oxigênio. Essa situação pode reduzir a quantidade de oxigênio disponível para organismos aquáticos, o que é crucial para a sobrevivência de peixes e outras formas de vida aquática. Sendo assim, pode levar a uma pontuação mais baixa no IQA.

Dessa forma, com o advento das chuvas e a diluição de ácidos e transporte de substâncias e às interações químicas na água, houve um aumento do pH que também propiciou um aumento da concentração de Oxigênio Dissolvido na água e por consequente uma melhora na qualidade da água.

Os pontos C1 e C3 no Córrego Capão da Onça no período chuvoso tiveram a qualidade da água avaliada como “ótima” (tabela 17). A qualidade “ótima” da água no ponto C1, com IQA de 86,1 pode ter relação direta com sua localização no interior da FLONA 4, pois nessa área a presença de vegetação ajuda a controlar a erosão e manter a temperatura da água, criando um ambiente onde a presença de organismos como bactérias, fungos e invertebrados aquáticos ajudam a decompor matéria orgânica, ou seja, em equilíbrio. A baixa atividade humana no local minimiza a quantidade de poluentes e sedimentos no curso d’água o que faz com que a qualidade da água seja melhor.

Já o ponto C3 que, apesar de estar localizado em local externo a FLONA 4, foi possível verificar que a Mata Galeria ao longo do córrego está conservada, fator este essencial para a qualidade da água “ótima” com índice IQA de 85,4 (tabela 17). A manutenção destas matas no entorno do córrego é primordial para que o ecossistema presente no entorno do córrego possa manter a resiliência, garantindo um ambiente favorável para que espécies aquáticas e terrestres tenham nutrientes, temperatura e níveis

de oxigênio adequados.

A seguir, a tabela 16 apresenta os resultados dos IQAs das amostras de água coletadas em dois pontos na estação seca e chuvosa no córrego Bucanhão.

Tabela 16 - Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Córrego Bucanhão nos pontos B1 e B2 na estação seca e chuvosa.

Pontos	IQA		Qualidade da Água	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
B1	75,9	62,9	Boa	Boa
B2	68,3	77,3	Boa	Boa

Fonte: Autor (2024).

Os resultados dos IQAs das amostras nos pontos B1 e B2 se enquadraram na categoria “Boa” para os dois períodos estudados (tabela 18). No entanto, observou-se que o IQA do ponto B1 reduziu de 75,9 na época seca para 62,9 na época chuvosa, enquanto o IQA do ponto B2 aumentou de 68,3 na época seca para 77,3 na época chuvosa (tabela 18).

O ponto B1 está localizado em uma nascente, e a redução do IQA na estação chuvosa pode ter relação direta com o aumento da concentração de coliformes termotolerantes, que era de 1,8 NPM/100mL na estação seca, e aumentou para 78 NPM/100mL na estação chuvosa (tabela 16), e também com a redução do pH que na estação seca era de 5,0 passando para 4,33 na estação chuvosa (tabela 16).

Autores como Mitsch e Gosselink (2015) apontam que durante a estação chuvosa em um ambiente de nascente, a umidade e a temperatura associada a mata fechada podem acelerar a decomposição da matéria orgânica. Este processo pode gerar ácidos orgânicos e reduzir o pH da água. Ao mesmo tempo, a matéria orgânica decompondo-se pode aumentar a disponibilidade de nutrientes e favorecer a proliferação de coliformes termotolerantes.

Considerando que esta nascente é represada para coleta doméstica de água, essa condição de eutrofização com aumento dos coliformes termotolerantes e redução do pH pode se agravar, pois, os autores Mitsch e Gosselink (2015) afirmam que:

- O processo de decomposição da matéria orgânica gera ácidos orgânicos, como ácido húmico e ácido fúlvico, que acidificam a água. Em um ambiente represado, onde a água permanece em repouso, a acumulação desses ácidos pode ser mais pronunciada;
- aumento de nutrientes pode levar à eutrofização, o que favorece o crescimento de algas e outras plantas aquáticas. A decomposição dessas algas e plantas pode, por sua vez, aumentar a carga de matéria orgânica, o que pode fornecer condições adequadas para a proliferação de coliformes termotolerantes, como *Escherichia coli*.

O processo de decomposição da matéria orgânica na nascente, com a geração de ácidos e aumento de nutrientes, pode ter uma influência significativa no restante do córrego, incluindo a acidificação da água, alteração da qualidade do habitat, aumento da eutrofização, e proliferação de coliformes. Esses fatores podem prejudicar a saúde dos ecossistemas aquáticos, afetar a biodiversidade e representar riscos para a saúde pública (MCKENZIE, 2016). Portanto, é importante monitorar e gerenciar a qualidade da água na nascente e ao longo do córrego para mitigar esses impactos e proteger os recursos hídricos e os ecossistemas associados.

Já a análise realizada no ponto B2 foi possível observar aumento do IQA de 68,3 para 77,3 da estação seca para a chuvosa (tabela 18). Esse aumento pode ser explicado pela redução significativa na concentração de sólidos totais, de 34 mg/L para 3 mg/L (tabela 16), no aumento do pH, de 5,74 para 5,87 (tabela 16) e no aumento do Oxigênio Dissolvido de 7,53 para 9,15 (tabela 16).

A transição da estação seca para a estação chuvosa traz mudanças significativas nos parâmetros de qualidade da água devido à diluição de sólidos e compostos ácidos, aumento da agitação da água e aeração, e a renovação da água no córrego (BOYD, 2015). De acordo com esse autor, essas mudanças são indicativas das dinâmicas naturais de sistemas aquáticos e como eles respondem às variações sazonais no volume e na qualidade da água.

Passos, Muniz e Oliveira-Filho (2018) trazem a tona que para o bioma Cerrado a acidez do solo pode variar entre a estação seca e a chuvosa. Durante a estação seca, a acidez do solo pode ser mais pronunciada devido à baixa umidade e à menor capacidade de neutralização dos ácidos. No entanto, a água da chuva durante a estação chuvosa pode diluir a acidez e afetar o pH da água superficial, tornando-o menos ácido

temporariamente.

A tabela 17 apresenta os resultados dos IQAs da amostra de água coletada em um (1) ponto na estação seca e chuvosa no rio Descoberto.

Tabela 17 - Apresentação do IQA e Qualidade da Água para o Rio Descoberto no ponto A1 na estação seca e chuvosa.

Pontos	IQA		Qualidade da Água	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
A1	65,6	78,9	Boa	Boa

Fonte: Autor (2024).

O IQA da amostra no ponto A1 se enquadrou na categoria “Boa” para os dois períodos estudados. Observou-se que o resultado do IQA aumentou de 65,6 na época seca para 78,9 na chuvosa (tabela 17). Nesse ponto, houve redução significativa da concentração de coliformes termotolerantes que na estação seca era de 790 NMP/100mL e na estação chuvosa passou a ser 45 NMP/100mL (tabela 16).

Durante a estação seca, o fluxo de água nos rios diminui significativamente. Isso resulta em uma maior concentração de poluentes e resíduos, incluindo coliformes termotolerantes, que são provenientes de fontes como esgoto doméstico e resíduos de animais.

No ponto A1, assim como nos demais pontos, o pontencial hidrogeniônico também influenciou o aumento do IQA do período seco para o chuvoso. Neste quesito Passos, Muniz e Oliveira-Filho (2018) afirmam que o IQA é um conjunto de parâmetros objetivo, mas que não pondera características específicas das águas de cada região, o que pode torna-lo ineficiente pela ausência do ajuste regional.

Considerando que o bioma Cerrado possui como característica intrínseca o pH ácido do solo e por conseguinte da água, seria interessante que esse parâmetro tivesse um ponderamento diferente para adaptar o IQA a este bioma, o que viabilizaria seu uso para o monitoramento de corpos hídricos e levaria a classificações mais adequadas (PASSOS; MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2018).

Dessa forma, no geral, observou-se que 16,6% das análises de água apresentaram índices considerados “ótimos” e 83,4% índices considerados “bons” (tabela 18).

Tabela 18 – Apresentação centralizada do IQA e Qualidade da Água para os Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3,), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) na estação seca e chuvosa no Distrito Federal.

Pontos	IQA		Qualidade da Água	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
C1	68,0	86,1	Boa	Ótima
C2	75,9	77,0	Boa	Boa
C3	74,6	85,4	Boa	Ótima
B1	75,9	62,9	Boa	Boa
B2	68,3	77,3	Boa	Boa
A1	65,6	78,9	Boa	Boa

Fonte: Autor (2024).

4.4 Ações recomendadas quanto à conservação da água na área de estudo como produto final do mestrado

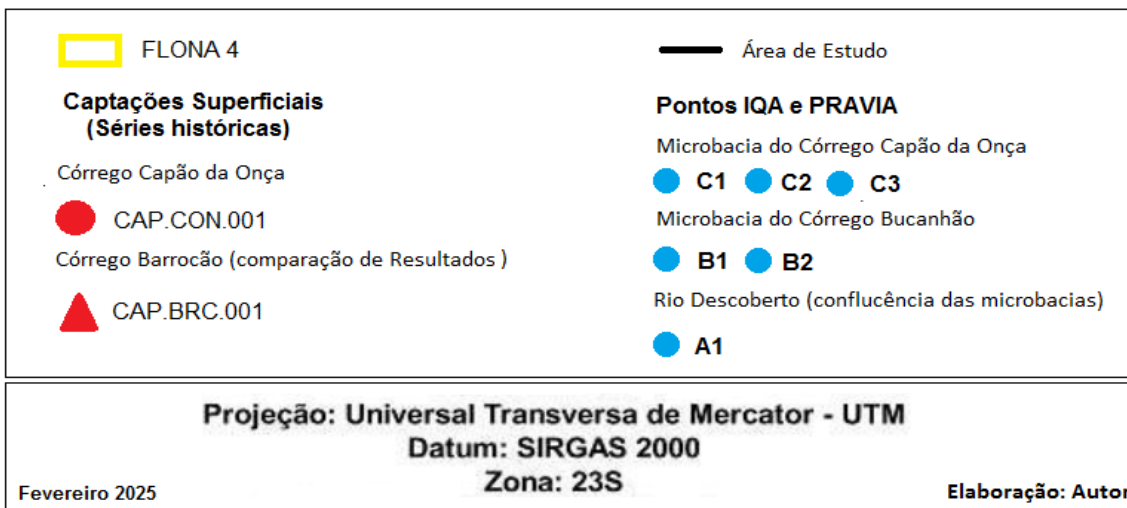
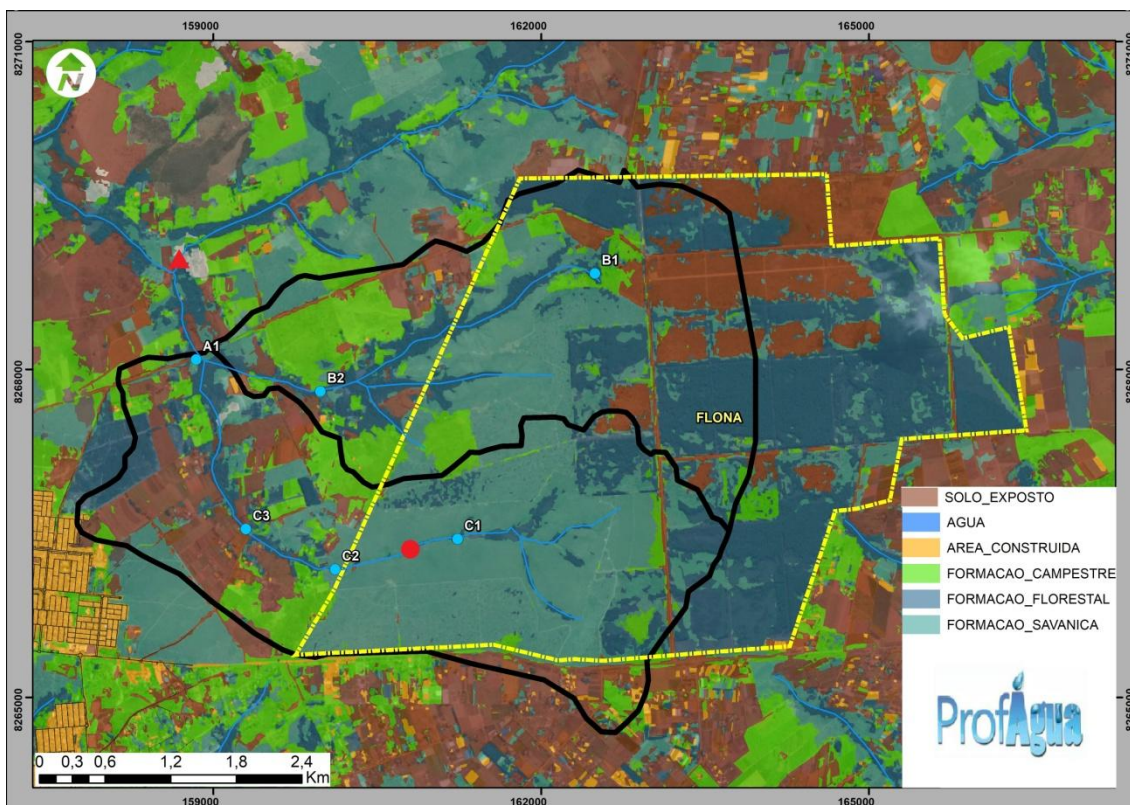
A implementação de planos e ações estratégicas visando a conservação da água na área de estudo visam garantir a sustentabilidade ambiental, a qualidade de vida das populações locais e o equilíbrio dos ecossistemas.

Nesse contexto, a FLONA 4 desempenha um papel fundamental na preservação da biodiversidade e no equilíbrio dos ecossistemas locais, e sua conservação é crucial não apenas para a manutenção da flora e fauna local, mas também para a regulação do clima, controle do ciclo hidrológico e proteção dos recursos naturais essenciais à vida humana em suas adjacências.

Assim, foram definidas ações para as áreas internas e circundantes à FLONA 4 onde os passivos de APP e RL necessitam ser restaurados e o ativos devem ser preservados, conforme já estabelecido pelo PPA do Descoberto.

A figura 33 apresenta as classes de uso do solo na área de estudo. Essa é uma ferramenta essencial para o planejamento e execução de planos e ações estratégicas de conservação da água, pois fornece uma representação visual detalhada de como a terra está sendo utilizada.

Figura 32 – Classes de uso e ocupação do solo nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3, CAP.CON.001), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) e Bucanhão (CAP.BRC.001) no Distrito Federal.



Fonte: Geoportal (2025).

Diante dos resultados obtidos neste estudo da aplicação do PRAVIA e análise dos parâmetros que compõe o IQA, e a partir da análise da figura 33, chegou-se a compilação dos resultados dispostos no Quadro 11.

Quadro 11 – Compilação dos dados de análise do PRAVIA, IQA e Uso e Ocupação do Solo nos pontos nos Córregos Capão da Onça (C1, C2, C3, CAP.CON.001), Bucanhão (B1, B2), Rio Descoberto (A1) e Barroão (CAP.BRC.001) no Distrito Federal.

Pontos	PRAVIA	Parâmetros IQA	Uso e Ocupação do Solo
Córrego Capão da Onça			
C1	Acesso por trilha na mata, reflorestamento, identificação de ausência ou pouca vegetação ripária vegetação de cerrado e espécies invasoras que dominam a região.	Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2	Indicação de pouca ou ausência de formação florestal nas margens (Mata de Galeria) e formação savânica nas imediações
Observações: Região interna a FLONA 4.			
C2	Acesso por trilha na mata, identificação de vegetação ripária com árvores de 8 a 12 metros de altura, vegetação de cerrado em transição com formação campestre com interferência humana.	Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca ou ausência de formação florestal nas margens (Mata de Galeria), formação savânica nas imediações em transição com formação campestre
Observações: Região fronteira entre a FLONA 4 e Núcleo Rural Capão da Onça. Foram identificadas invasões e ocupações irregulares nas imediações.			
C3	Acesso por trilha em propriedade particular, identificação de vegetação ripária com árvores de 8 a 12 metros de altura, cobertura vegetal no leito.	Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca ou ausência de formação florestal nas margens (Mata de Galeria), solo exposto nas imediações.
Observações: Região no Núcleo Rural Capão da Onça onde se predomina o cultivo de hortaliças, frutas e pecuária.			
CAP.CON.001 (Série histórica da CAESB)	-----	A concentração de fósforo total apresentou inconformidade de 15,9% e a concentração de coliformes termotolerantes de 68,75%. Os demais parâmetros em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca ou ausência de formação florestal nas margens (Mata de Galeria) e formação savânica nas imediações.
Observações: Ponto de Captação Superficial da CAESB. Região Interna a FLONA 4			
Córrego Bucanhão			
B1	Acesso por mata fechada no interior de propriedade	Em conformidade com a Resolução CONAMA	Indicação de pouca formação florestal nas

	particular, identificação de vegetação ripária com árvores de 8 a 12 metros de altura, vegetação campestre com interferência humana.	357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	margens (Mata de Galeria), formação campestre e solo exposto.
Observações: Região interna à FLONA 4. Foram identificadas ocupações pré-existentes à FLONA 4.			
B2	Acesso por trilha no interior de propriedade particular, identificação de vegetação ripária com árvores de 8 a 12 metros de altura, vegetação campestre com interferência humana.	Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca formação florestal nas margens (Mata de Galeria), formação campestre e solo exposto.
Observações: Região no Núcleo Rural Capão da Onça onde se predomina o cultivo de hortaliças, frutas e pecuária.			
Rio Descoberto			
A1	Acesso por trilha no interior de propriedade particular, próximo a ponte da DF 415, identificação de pouca ou ausência de Mata de Galeria Invasão por bambus.	Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca formação florestal nas margens (Mata de galeria), formação campestre e solo exposto.
Observações: Região no Núcleo Rural Capão da Onça onde se predomina o cultivo de hortaliças, frutas e pecuária.			
Córrego Barroco			
CAP.BRC.001 (Série histórica da CAESB)	-----	A concentração de fósforo total apresentou inconformidade de 46,7% e a concentração de coliformes termotolerantes 96,8%. Os demais parâmetros em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água classificados na Classe 2.	Indicação de pouca formação florestal nas margens (Mata de Galeria), formação campestre e solo exposto.
Observações: Ponto de Captação Superficial da CAEB. Região externa a FLONA 4.			

Fonte: Autor (2025).

Apesar dos níveis de conservação dos locais estudados serem relativamente elevados, já que os resultados do PRAVIA indicaram que todos os pontos estão em condições "NATURAIS" (61 – 100 pontos) de conservação, corroborado pelos resultados do IQA, que apresentaram valores considerados "Ótimos" ($79 < IQA \leq 100$) em dois locais, representando 16,6%, e "Bons" ($51 < IQA \leq 79$) nos demais locais, que somaram

83,4%, é importante focar na área da FLONA 4, que possui requisitos específicos de manejo de acordo com a Lei 11.284, de 2 de março de 2006, e a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal).

Além disso, deve-se dar atenção aos ativos de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL), que estão bem conservadas, e recuperar os passivos destas áreas para que os serviços ecossistêmicos ali desempenhados não sejam perdidos ou reduzidos.

A partir da análise do Quadro 11, este estudo aponta as seguintes sugestões de ações para a área de estudo:

1. Conservação e Manutenção da FLONA 4:

- Plano estratégico para desocupação das áreas com ocupações irregulares e invasões na FLONA 4; e
- Plano estratégico para regularização e integração das ocupações pré-existentes à FLONA 4

2. Incentivo ao Projeto Produtor de Água do Descoberto:

- Ações estratégicas para conservação e manutenção de APPs e RLs.
- Ações estratégicas para restauração de APPs e RLs.

3. Ações voltadas ao monitoramento contínuo da qualidade da água dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão.

4.4.1 Conservação e manutenção da FLONA 4

A presença de florestas em uma bacia hidrográfica desempenha um papel crucial na regulação do fluxo dos rios, no aumento da capacidade de retenção de água em microbacias, na mitigação da erosão e na redução dos efeitos das inundações, além de manter a qualidade da água.

Assim, a presença da FLONA 4 na região das nascentes dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão é imprescindível para a manutenção das condições ambientais da região. Além disso, as florestas também contribuem para a conservação da biodiversidade, oferecem oportunidades econômicas sustentáveis relacionadas à exploração da vida vegetal e animal, servem como fonte de educação e pesquisa científica, proporcionam paisagens cênicas para o turismo e o lazer, e ainda ajudam na

captura de carbono atmosférico, contribuindo para a redução do efeito estufa.

A Lei 14.447/22 reduziu em aproximadamente 40%, a área da Floresta Nacional de Brasília (FLONA), maior Unidade de Conservação do Distrito Federal. Com as mudanças, a área total da Flona diminuiu de 9,3 mil hectares (ha) para 5,6 mil ha. A FLONA 4, principal floresta da região de estudo teve sua área diminuída de 1.925,61 ha para 1.887,00 ha.

A literatura aponta que a redução das florestas tem influência direta sobre o regime das chuvas acarretando ainda mudanças significativas no microclima da região afetada. Este cenário já pode ser sentido na região de estudo, pois, de acordo com o relatório do GDF (2016), a região Centro-Oeste do Brasil já está experimentando os impactos climáticos que se manifestam em diversas formas, desde um clima geralmente mais quente durante os verões, até invernos mais secos, além do aumento na frequência de eventos de chuvas intensas.

Esse mesmo relatório aponta que os modelos climáticos para a bacia e sua região circundante sugerem uma diminuição geral na precipitação ao longo de todas as estações do ano nos cenários futuros. Eles também preveem um aumento de 1 a 3 °C na temperatura média até 2040, juntamente com uma redução na precipitação diária durante a estação chuvosa, variando de 0,5 mm/dia a cerca de 3,0 mm/dia.

Portanto, medidas de conservação de florestas acompanhadas da restauração da vegetação em áreas próximas a rios e reservatórios podem significativamente reduzir problemas climáticos como também contribuir para a preservação dos recursos hídricos.

Com objetivo da conservação e manutenção da FLONA 4 sugere-se os Planos Estratégicos, detalhados nos quadros 12 e 13.

4.4.1.1. Plano estratégico para desocupação das áreas com ocupações irregulares e invasões na FLONA 4

O plano estratégico disposto no quadro 12 apresenta uma estrutura organizada de ações e responsabilidades para as áreas com ocupações e invasões na FLONA 4, dividindo claramente as etapas do processo de desocupação, garantindo a colaboração entre os diversos órgãos e agentes envolvidos. A colaboração interinstitucional é essencial para o sucesso da desocupação, que deve ser feita com respeito à legislação, aos direitos das pessoas envolvidas e ao meio ambiente.

Quadro 12 – Plano Estratégico para desocupação das áreas com ocupações irregulares e invasões na

Floresta Nacional de Brasília (FLONA 4) no Distrito Federal.

Etapa 1	Objetivos	Ações
1. Levantamento e Diagnóstico	Avaliar a área invadida e mapear os impactos sociais e ambientais.	1.1 Levantamento da área ocupada e invadida 1.2 Identificação dos invasores, ocupantes e suas condições.
Responsáveis: ICMBio e IBAMA: levantamento da extensão e diagnóstico das áreas ocupadas e invadidas. Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: identificação dos ocupantes e invasores e suas condições sociais. Forças Policiais: garantia de segurança para o público envolvido. Órgãos Judiciais: garantia dos direitos dos ocupantes e invasores e acompanhamento da legalidade das ações.		
2. Planejamento da Desocupação	Planejar a desocupação de forma gradual.	2.1 Elaboração do cronograma de desocupação. 2.2 Definição das ações de realocação.
Responsáveis: Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: elaboração e coordenação do cronograma da desocupação e ações de realocamento de pessoas.		
3. Comunicação e Informação	Informar a comunidade sobre o processo e alternativas oferecidas.	3.1 Realização de audiências públicas. 3.2 Divulgação de informações sobre o processo e alternativas para os ocupantes. 3.3 Proposição de novas áreas ou programas de reassentamento. 3.4 Apoio social aos ocupantes.
Responsáveis: Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: realização de audiências e divulgação de informações e alternativas para os ocupantes e invasores; apoio social. INCRA: proposição de alternativas de reassentamentos. Órgãos Judiciais: informação aos ocupantes sobre seus direitos e garantia de transparência no processo. ONGs: apoio na comunicação e mediação de conflitos.		
4. Execução da Desocupação	Realizar a remoção dos ocupantes e a limpeza da área.	4.1 Remoção dos ocupantes de forma ordenada e pacífica. 4.2 Limpeza da área ocupada para recuperação ambiental.
Responsáveis: Forças Policiais: garantia da segurança e remoção dos ocupantes e invasores de forma ordenada e pacífica. Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: acompanhamento conforme cronograma estabelecido da remoção e realocação dos ocupantes e invasores. Órgãos Judiciais: fiscalização, acompanhamento e garantia dos direitos humanos aos ocupantes e invasores. ONGs: apoio na resolução de conflitos.		
5. Recuperação Ambiental e Demarcação de Fronteiras	Restaurar, demarcar a área e promover o uso sustentável.	7.1 Elaboração e implementação de plano de recuperação ambiental (recomposição da flora recuperação de fauna). 7.2 Demarcação física dos limites com placas informativas.

Responsáveis: ICMBio e IBAMA: Elaboração e implementação de plano de recuperação ambiental; demarcação dos limites físicos com placas e informativos.		
6. Monitoramento e Avaliação	Acompanhar os resultados e ajustes das ações de desocupação.	6.1 Monitoramento e Avaliação das condições ambientais contínuas da área. 6.2 Fiscalização contínua da área para que não ocoram novas invasões e ocupações
Responsáveis: ICMBio e IBAMA: Fiscalização, Monitoramento e Avaliação das condições ambientais contínuas da FLONA 4 conforme área de atuação específica de cada órgão.		

Fonte: Autor (2025).

4.4.1.2. Plano estratégico para regularização e integração das ocupações pré-existentes à FLONA 4

Este plano estratégico para ocupações pré-existentes à FLONA 4 propõe uma abordagem integrada e sustentável com foco na regularização das atividades, no fortalecimento das práticas sustentáveis e na proteção ambiental (quadro 13). A cooperação entre órgãos públicos, comunidades locais e organizações sociais é essencial para garantir que a gestão da Floresta Nacional seja realizada de forma eficiente e que os recursos naturais sejam preservados para as gerações futuras.

Quadro 13 – Plano Estratégico para ocupações pré-existentes a criação da Floresta Nacional de Brasília – (FLONA 4) no Distrito Federal.

1ª Etapa	Objetivos	Ações
1. Levantamento e Diagnóstico	Avaliar a situação das ocupações, práticas realizadas e compatibilidade com as normas de uso sustentável.	1.1 Identificação das ocupações pré-existentes. 1.2 Avaliação das práticas realizadas pelos ocupantes (uso sustentável ou não). 1.3 Levantamento do impacto ambiental das atividades.
Responsáveis: IBAMA e ICMBio: Avaliação das práticas realizadas (uso sustentável ou não) e levantamento do impacto ambiental das atividades. Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: identificação das ocupações pré-existentes e condições sociais dos ocupantes. Forças Policiais: garantia de segurança para o público envolvido. Órgãos Judiciais: garantia dos direitos dos ocupantes e acompanhamento da legalidade das ações.		
2. Planejamento e Integração	Elaborar um plano de regularização e integração das atividades sustentáveis na FLONA 4.	2.1 Proposição de um plano de gestão sustentável. 2.2 Definição de ações para regularização fundiária de uso

		sustentável.
Responsáveis: IBAMA e ICMBio: Coordenação e planejamento do plano de gestão sustentável para as ocupações pré-existentes na FLONA 4. INCRA: Definição de ações para a regularização fundiária.		
3. Comunicação e Informação	Informar as comunidades sobre o processo de regularização e os benefícios para o uso sustentável na região da FLONA 4.	3.1 Realização de audiências públicas. 3.2 Divulgação dos benefícios do uso sustentável e da regularização. 3.3 Esclarecimento sobre as novas normas e obrigações.
Responsáveis: Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: realização de audiências e divulgação de informações sobre os benefícios do uso sustentável na região da FLONA 4. Órgãos Judiciais: informação aos ocupantes sobre seus direitos e garantia de transparência no processo. ONGs: apoio na comunicação e mediação de conflitos.		
4. Capacitação e orientação técnica com as normas de uso sustentável e conservação	Capacitar os ocupantes para melhorar as práticas de uso sustentável sob regime de manejo controlado.	4.1 Oferecimento de cursos e treinamentos sobre uso sustentável dos recursos naturais. 4.2 Orientação sobre boas práticas e novas tecnologias.
Responsáveis: IBAMA e ICMBio: Capacitação e orientações técnicas para as práticas de manejo sustentável na área da FLONA 4. Secretaria Federal, Distrital e Municipal de Meio Ambiente: disponibilização de locais apropriados para reuniões de capacitação		
5. Regularização Fundiária	Garantir a regularização das terras ocupadas de acordo com as normas federais.	5.1 Regularização fundiária das ocupações por meio de titulação ou concessão de direito de uso. 5.2 Inclusão no Cadastro Ambiental Rural (CAR).
Responsáveis: INCRA: executar a regularização fundiária por meio de titulação ou concessão de direito de uso. IBAMA: Incluir as propriedades no CAR. Órgãos Judiciais: garantir a legalidade do processo. Forças Policiais: garantia de segurança para o público envolvido;		
6. Monitoramento e Fiscalização	Acompanhar as práticas implementadas e garantir a continuidade do uso sustentável.	6.1 Monitoramento contínuo das atividades para garantir a sustentabilidade. 6.2 Fiscalização de cumprimento das normas ambientais.
Responsáveis: ICMBio: Monitoramento e fiscalização ambiental. IBAMA: Fiscalização de conformidade com as normas ambientais.		
7. Implementação de Projetos de Conservação	Fortalecer práticas sustentáveis e promover conservação ambiental.	7.1 Implementação de projetos de conservação (reflorestamento, recuperação de fauna e conservação de recursos hídricos).

		7.2 Parcerias com ONGs e movimentos locais.
Responsáveis: IBMA e ICMBio: Planejamento, Execução e Monitoramento de ações e projetos de conservação e práticas sustentáveis. ONGs: suporte técnico e auxílio na execução de ações e projetos de conservação e uso sustentável. Universidades e Centros de Pesquisa: auxiliar com pesquisa e tecnologia para práticas sustentáveis e conservação ambiental		
8. Avaliação e ajustes	Avaliar o impacto das atividades e realizar ajustes quando necessário	8.1 Avaliação das práticas de uso sustentável. 8.2 Ajuste com base na performance ambiental e social.
Responsáveis: IBAMA e ICMBio: avaliação e ajustes contínuos nas estratégias de conservação e manutenção da FLONA 4.		

Fonte: Autor (2025).

Experimentos conduzidos em diferentes bacias demonstraram que a conservação e a manutenção da cobertura florestal original promoveram, a médio e longo prazos, a melhoria da qualidade da água e ao se aumentar a qualidade da água também é aumentada a disponibilidade hídrica (GARDIMAN JUNIOR; SIMOURA, 2016).

4.4.2 Incentivo ao Projeto Produtor de Água no Descoberto

O incentivo ao PPA do Rio Descoberto deve envolver estratégias que promovam a conservação, o pagamento por serviços ambientais e o uso sustentável dos recursos hídricos na região.

O pagamento por serviços ambientais visa oferecer uma compensação financeira aos produtores que adotem boas práticas de preservação, como o plantio de árvores em áreas de recarga hídrica, recuperação de nascentes a preservação e a conservação de vegetação nativa (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002).

Dessa forma é importante, conforme já apontado por Pires (2013) que se tenha isenções ou reduções de impostos para proprietários que adotem práticas sustentáveis, como a recuperação de áreas degradadas e o reflorestamento, como também é necessário apoiar projetos comunitários que visem a recuperação e a conservação de recursos hídricos, incentivando a participação ativa da população.

Esta prática é amplamente recomendada por diversos especialistas em meio ambiente e políticas públicas como Costanza *et al.* (1997), Kumar (2012) e Born; Talocchi (2002), que defendem o uso de incentivos fiscais para promover práticas sustentáveis e a recuperação ambiental.

Especificamente na região das microbacias do Bucanhão e Capão da Onça, o PPA do Descoberto tem dentre os objetivos propositivos, a manutenção e restauração de RL e APP proveniente de aspectos hídricos, como margens de rios, nascentes, veredas e campos de murundus (MEIO SUSTENTÁVEL, 2019).

Este estudo recomenda fortemente que o PPA do Descoberto possa ser colocado em prática o quanto antes possível para que as condições da região de estudo possam ser mantidas e aprimorar os níveis de conservação apontados pela presente pesquisa.

Ao conservar e preservar as microbacias dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão, o PPA Descoberto contribui diretamente para a melhoria da qualidade da água e contribui diretamente com a segurança hídrica de Brazlândia e de todo o Distrito Federal.

Os aspectos geofísicos (geologia, solos e relevo) das microbacias do Córrego Capão da Onça e Bucanhão oferecem condições altamente propícias para a infiltração e recarga de aquíferos, assim, as Áreas de Proteção Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) já existentes devem ser conservadas e mantidas e os passivos devem ser restaurados.

Assim, em consonância com o Projeto Produtor de Água do Descoberto, este estudo indica as propostas de ações estratégicas para as microbacias do Córrego Capão da Onça e Bucanhão, detalhados nos quadros 13 e 14 (verificar)

4.4.2.1. Ações estratégicas para conservação e manutenção de APP e RL na área de estudo

A conservação e a proteção de habitats naturais e aumento da biodiversidade tem relação direta com a redução da erosão e da sedimentação nos corpos d'água, contribuindo para a melhoria da qualidade da água.

Para efetividade de qualquer medida de conservação e manutenção de APP e RL é importante as ações estratégicas disponíveis no quadro 14:

Quadro 14 – Ações estratégicas para conservação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP) e RL (Reserva Legal) nas microbacias dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão no Distrito Federal.

Ação Estratégica	Objetivo	Descrição	Responsáveis
1. Fiscalização para coibir a invasão e a ocupação irregular dessas áreas.	Garantir o cumprimento das leis ambientais e proteger áreas de preservação.	Realização de ações fiscais periódicas para identificar e reprimir invasões e ocupações irregulares, com apoio de órgãos competentes.	IBAMA e ICMBio em conjunto com a Polícia Ambiental.
2. Educação ambiental e engajamento	Promover a conscientização e	Desenvolver e realizar atividades educativas, como	IBAMA e ICMBio com

comunitário	engajamento da comunidade local em relação à preservação ambiental	palestras, workshops, e campanhas de conscientização sobre o impacto das invasões e o uso sustentável dos recursos naturais	apoio das Secretarias de Meio Ambiente e em conjunto com ONGs e Instituições de Ensino e Pesquisa.
3. Incentivo à participação da comunidade em ações de preservação	Fortalecer o envolvimento comunitário na manutenção de áreas protegidas e em ações ambientais	Organizar e apoiar multirões de plantio, limpeza de áreas verdes e manutenção de trilhas, incentivando a colaboração local	IBAMA e ICMBio com apoio das Secretarias de Meio Ambiente e em conjunto com ONGs e Instituições de Ensino e Pesquisa.
4. Monitoramento das atividades agrícolas	Garantir a conformidade com normas ambientais em atividades rurais	Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo das práticas agrícolas em áreas de APPs e RLs, com auditorias regulares	IBAMA, ICMBio e Polícia Ambiental
5. Capacitação para produtores rurais sobre técnicas de manejo e conservação	Melhorar o manejo sustentável e a conservação da biodiversidade	Oferecer treinamentos sobre boas práticas agrícolas, manejo adequado do solo e uso responsável de recursos em áreas protegidas	IBAMA e ICMBio com apoio das Secretarias de Meio Ambiente e em conjunto com empresa pública de assistência técnica e extensão rural, ONGs e Instituições de Ensino e Pesquisa

Fonte: Autor (2025).

Além desses órgãos, fiscalizações conjuntas podem ocorrer entre essas entidades, com o apoio de outras autoridades como a Polícia Federal e o Ministério Público, especialmente em casos de crimes ambientais graves, como desmatamento ilegal, invasão e ocupação irregular de áreas protegidas.

Esses órgãos têm como objetivo garantir o cumprimento da Lei nº 12.651/2012, de Proteção da Vegetação Nativa, que estabelece as regras para a proteção das APPs e RLs, além de outras normas ambientais.

Adotar medidas de conservação e manutenção em conjunto com a comunidade local não apenas fortalece a proteção dessas áreas cruciais para a conservação ambiental, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável das comunidades locais, promovendo uma relação harmoniosa entre produção agropecuária e conservação dos recursos naturais (PRETTY, 2008).

4.4.2.2. Ações estratégicas para restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) na área de estudo

Atualmente, as APPs e RLs das microbacias dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão estão enfrentando extensos processos de degradação devido ao aumento das pressões humanas sobre o ambiente, chacreamento para agricultura e pecuária, principalmente em regiões externas a FLONA 4.

Essas áreas desempenham um papel crucial na preservação da vegetação nativa com o propósito de garantir um uso equilibrado da terra, que idealmente deve permanecer coberta pela vegetação original.

Nesse contexto o quadro 15 apresenta uma proposta de ação estratégica voltada a restauração das Áreas de Preservação Permanentes e Áreas de Reservas Legais na área de estudo.

Medidas voltadas a restauração de APP e RL corroboram com o aumento da disponibilidade hídrica e contribuem ainda com a recomposição de vegetação nativa do Cerrado, principalmente das Veredas e os Campos de Murundus, conforme apontados pelos relatórios dos consórcios responsáveis pelo Projeto Produtor de Água do Descoberto como prioritárias nos projetos de recuperação (MEIO SUSTENTÁVEL, 2019; GREENTEC, 2019).

Quadro 15 – Proposta de Ação Estratégica para a restauração em Áreas de Preservação Permanente (APP) e RL (Reserva Legal) nas áreas das microbacias dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão no Distrito Federal.

Local	Extensão	Área da Microbacia	Passivo (Dados do PPA Descoberto (AQUAFLOA, 2020))	
			RL	APP
Córregos Capão de Onça	6.490 m	1.170 ha	36 ha	22 ha
Córrego Bucanhão	4.156 m	973 ha	12 ha	10 ha
Ações Estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> • Plantio de espécies nativas adequadas à região que favoreçam a regeneração natural; • Implementação de técnicas de escoamento superficial para controlar erosões; • Uso de estruturas físicas (como barragens de contenção) e vegetais (como gramíneas) para estabilizar taludes e evitar processos erosivos. 			
Metas iniciais	Restaurar 50% de passivo de APP. Restaurar 50% de passivo de RL.			

	1ª Etapa	Diagnóstico e Planejamento: Coleta de dados sobre a biodiversidade local.
	Prazo: 10 meses	
	2ª Etapa	Restauração de 50% de passivo de APP e RL.
	Prazo: 26 meses contados a partir do início da intervenção.	
Meta Intermediária	Restauração de mais 50% de passivo de APP e RL totalizando 100%; e Acompanhamento e Manutenção toda a área.	
	Prazo: 24 meses contados a partir do término da 2ª etapa da Meta Inicial.	
Meta Final	Acompanhamento e Manutenção de 100 % da área.	
	Prazo: Acompanhamento Contínuo pelos Órgãos de Monitoramento e Fiscalização Ambiental.	
Indicador	Hectares de APP hídricas em processo de restauração (% em relação à meta).	
Atores Envolvidos	Proprietários Rurais	Participação em atividades de engajamento, monitoramento e manejo sustentável.
	Secretaria Ambiental Distrital e Municipal	Atuação em análise e supervisão do projeto de recuperação das áreas degradadas.
	IBAMA	Fiscalização e monitoramento ambiental.
	ICMBio	Fiscalização e monitoramento da biodiversidade
	ANA (ACT 07/2019) Pontos Principais	Fortalecimento da gestão de recursos hídricos.
		Recuperação de áreas degradadas.
		Promoção de ações de preservação.
		Fomento à capacitação técnica e educação ambiental.
		Integração entre instituições.

Fonte: Autor (2025).

A realização de projetos de restauração ecológica para recuperar áreas degradadas e promover a regeneração natural da vegetação nativa permite a adoção de práticas agrícolas e florestais sustentáveis que reduzem a erosão e a contaminação dos recursos hídricos (KAUFFMAN; KRUEGER, 1997).

A vegetação natural é a cobertura do solo que mais beneficia os processos naturais de infiltração de águas pluviais, garantindo a proteção dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais (CASTRO; MARTINEZ CASTRO; DE SOUZA, 2013).

4.4.3 Ações voltadas ao monitoramento contínuo da qualidade da água dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão

O monitoramento contínuo é essencial para a preservação de uma bacia hidrográfica, pois permite identificar mudanças ambientais, avaliar impactos das atividades humanas e naturais, e implementar medidas de manejo adequadas.

As medidas de monitoramento contínuo não apenas ajudam a preservar a bacia hidrográfica, mas também fornecem dados fundamentais para o planejamento e a tomada de decisões em gestão ambiental integrada e sustentável.

As seguintes medidas de monitoramento contínuo são sugeridas para a microbacia em estudo, quadro 16:

Quadro 16 – Proposta de Ação Estratégica de monitoramento contínuo dos Córregos Capão da Onça, Bucanhão e Rio Descoberto no Distrito Federal.

Ação Estratégica	Objetivo	Descrição das Ações	Responsáveis
1. Monitoramento da Qualidade da Água	Garantir a qualidade dos recursos hídricos e abastecimento público	Realizar o monitoramento periódico da qualidade da água em pontos críticos, incluindo sistemas de abastecimento	ANA, CAESB, ADASA
2. Monitoramento de Sedimentos	Avaliar a presença de sedimentos e a qualidade dos corpos d'água	Analisar a carga de sedimentos nos corpos d'água e identificar possíveis impactos no abastecimento e nos ecossistemas	ANA, CAESB
3. Monitoramento de Usos do Solo e Cobertura Vegetal	Avaliar a mudança no uso do solo e os impactos ambientais	Realizar levantamento periódico do uso do solo e da cobertura vegetal, com ênfase nas áreas de preservação e zonas de risco	ANA, ADASA, Secretarias de Meio Ambiente
4. Monitoramento Hidrometeorológico	Preservar a biodiversidade local e monitorar ecossistemas críticos	Estabelecer redes de monitoramento hidrometeorológico para prever cheias, secas e mudanças climáticas	ANA, ADASA, INMET
5. Monitoramento de Biodiversidade	Preservar a biodiversidade local e monitorar ecossistemas críticos	Acompanhar a fauna e flora em áreas de interesse ambiental e de preservação	ANA, ADASA, ICMBio,
6. Monitoramento Socioeconômico e de Uso de Recursos	Avaliar o impacto socioeconômico e o uso sustentável de recursos	Realizar estudos periódicos sobre o uso dos recursos hídricos, a geração de empregos e os impactos econômicos nas comunidades locais	ADASA, CAESB, IBGE
7. Sistemas de Alerta e Resposta Rápida	Reduzir riscos e impactos através de alertas precoces e respostas rápidas	Desenvolver sistemas de alerta para situações de risco, como cheias, contaminação da água ou eventos climáticos extremos	ANA, ADASA, CAESB, Defesa Civil

8. Engajamento e Participação da Comunidade	Fortalecer a participação social na gestão dos recursos hídricos	Realizar campanhas educativas, workshops e eventos de conscientização sobre a importância da preservação e do uso consciente da água	ANA, ADASA, CAESB
---	--	--	-------------------

Fonte: Autor (2024).

5. CONCLUSÃO

A aplicação do Protocolo de Avaliação dos Impactos Ambientais (PRAVIA) forneceu uma visão geral sobre o estado atual da conservação de áreas do Núcleo Rural do Capão da Onça e FLONA 4, na região de Brazlândia-DF.

Como resultado o protocolo identificou que apesar das áreas terem sido classificadas como “naturais”, apresentam problemas e fontes de possíveis degradação como as ocupações irregulares e invasões em regiões fronteiriças da FLONA 4 com o Núcleo Rural (ponto C2) como também propriedades anteriores a demarcação da FLONA 4 na região das nascentes do Córrego Bucanhão (ponto B1) que precisam ser fiscalizadas constantemente quanto a utilização adequada dessas áreas.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) dos córregos foram considerados “bons” e “ótimos” e estes resultados podem estar vinculados ao fato de 63% das áreas das microbacias estudadas estarem localizadas no interior da FLONA 4.

A partir da análise dos parâmetros que compõe o IQA foi constatado que o Capão da Onça e Bucanhão possuem 100% dos parâmetros em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

Com base nas análises realizadas, foram propostas ações direcionadas à conservação dos recursos hídricos, visando a melhoria contínua e a sustentabilidade ambiental. As recomendações formuladas não apenas contribuem para a gestão eficiente da água, mas também oferecem uma base sólida para futuras intervenções e pesquisas na região. Portanto, este estudo não só reforça a importância da conservação hídrica, como também estabelece planos e ações estratégicas para garantir a qualidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos na área estudada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão, afluentes do Rio Descoberto é essencial para garantir a segurança hídrica e a sustentabilidade ambiental

do Distrito Federal. Como principal fonte de abastecimento de água para a região, a preservação deste rio é crucial para manter tanto a quantidade quanto a qualidade da água fornecida à população.

A proteção dos Córregos Capão da Onça e Bucanhão e por conseguinte o Rio Descoberto evidencia a necessidade de práticas de gestão sustentável dos recursos hídricos, que devem integrar políticas de água, planejamento urbano, agricultura e conservação ambiental. A conservação hídrica também contribui para a preservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, protegendo habitats naturais e mantendo a biodiversidade local. Além disso, práticas de conservação eficazes ajudam a prevenir a poluição e a sedimentação, assegurando a saúde dos recursos hídricos.

O Córrego Bucanhão não possui monitoramento contínuo dos índices de Qualidade da Água pela CAESB, sendo aconselhável que se possa fazer também um acompanhamento mais detalhado deste córrego ao longo do tempo.

É imperativo que haja um planejamento eficaz, políticas que abordem a proteção das áreas de recarga e o engajamento da comunidade local através de educação ambiental. Os desafios, como crescimento urbano e mudanças climáticas, requerem estratégias adaptativas e monitoramento contínuo para garantir a resiliência e a continuidade da oferta de água.

Em suma, a conservação do Rio Descoberto é vital para a qualidade de vida no Distrito Federal e para o desenvolvimento econômico sustentável da região, exigindo uma abordagem integrada e colaborativa.

REFERÊNCIAS

ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Estudos sobre Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Distrito Federal**. Brasília-DF: ADASA, 2018.

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Relatório de Fiscalização RF/COFA/2015**. Brasília: ADASA, 2015.

ALLAN, J. D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. Dordrecht: Springer, 2004.

ALMEIDA, G. S. **Avaliação da aplicação do IQA-CCME na divulgação da qualidade de água de bacias hidrográficas. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Joanes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Bahia, 2014. 132 f. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16989>. Acesso em: 02/08/2023.

AMARAL, A. B.; RIOS A. S. Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do Rio Piedade. **Revista de Geografia - PPGEO** - v. 2, nº 1, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/17911/9218>. Acesso em 14/05/2023.

ANA. ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Acordo de Cooperação Técnica nº 07/2019/ANA**. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/ACT-Programa-Produtor-%C3%81gua-do-Descoberto-00197-00005111.2018-81.pdf>. Acesso em: 17/02/2025.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Comitê de Bacia Hidrográfica**. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/comites-de-bacia-hidrografica>>. Acesso em: 23/11/2022.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água (Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos)**. v.5, p.100. Brasília, 2011.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>. Acesso em: 10/06/2024.

ANA. **Indicadores de qualidade – Índice da Qualidade das águas**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso: 22/08/2023.

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: 22/09/2023.

ANJOS, A. P. R.; VASCONCELOS, F. C. W.; NEGREIROS, D. Diagnóstico ambiental do córrego do Bálsamo, Ibitaré-MG, por meio de um protocolo de avaliação rápida. **Acta Geográfica**, v. 15, n. 39, p. 42-61, 2021. Disponível em: <https://revista.ufr.br/actageo/article/view/5041>. Acesso em: 30/08/2023.

AQUAFLOA. Meio Ambiente. **Plano Estratégico do Programa Produtor de Água no Descoberto. Diagnóstico da situação atual e priorização de áreas e intervenções estratégicas na bacia do Alto Descoberto (Produto 2)**. 173p. 2020.

ARAUJO JUNIOR, A. A.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivari – Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. **Irriga**, v.7, n.2, p.33-40, 2002. Disponível em: DOI: 10.15809/irriga.2002v7n2p106-122. Acesso em: 16/04/2024.

BARBOSA NETO, V. C. **Análise das características hidrológicas e fitossociológicas da mata ciliar num trecho do rio Sirinhaém (PE)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2016. 110 f. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/22323>. Acesso em: 22/08/2023.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING J. D. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2ªed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C, 1999. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/rapid-bioassessment-streams-rivers-1999.pdf>. Acesso em: 18/07/2023.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-53, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000300011>. Acesso em: 18/07/2023.

BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J.; ANDRANDE, S. F. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé – RJ. **Ambiência Guarapuava**, v. 11, n. 02, p. 277-294, 2015. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/3303/pdf>. Acesso em: 12/07/2023.

BORN, R. H.; TALOCCHI, S. Compensações por serviços ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social. In: BORN, R. H.; TALOCCHI, S. (Coord.). *Proteção do capital social e ecológico: por meio de compensações por serviços ambientais (CSA)*. São Paulo: Peirópolis; São Lourenço da Serra: Vitae Civilis, 2002.

BOYD, Claude E. *Water Quality: An Introduction*. 2. ed. New York: Springer, 2015.

BRASIL. **Alvará de 27 de novembro de 1804**. Quarto Livro das Ordenações. Disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/ihiti/proj/filipinas/l4pa1020.htm>. Acesso em: 23/11/2022.

BRASIL. CONAMA. Conselho Nacional De Meio Ambiente. **Resolução N. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes

ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília-DF, 2005. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 10/07/2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0430-130511.pdf>. Acesso em: 30/08/2023.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.** Decreta o Código de Águas. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-normaatualizada-pe.html>>. Acesso em: 03/11/2022.

BRASIL. Lei das Águas. **Lei Federal n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do Artigo 21 da Constituição Federal e altera o artigo 1º da Lei n. 8001 de 13 de março de 1990 que modificou a Lei n. 7990 de 28 de dezembro de 1989. Brasília-DF, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 12/07/2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Brasília-DF, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10/07/2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008.** Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília-DF, 2008. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2091.pdf>. Acesso em: 05/07/2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.** Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. Brasília-DF, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm. Acesso em: 05/07/2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.447, de 9 de setembro de 2022.** Altera os limites da Floresta Nacional de Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2019-2022/2022/Lei/L14447.htm. Acesso em: 15/07/2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília-DF, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 05/07/2023.

CAESB. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. A água, o cidadão e a CAESB – Em busca do uso sustentável da água no Distrito Federal, Brasília, 2019

CAESB. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **SIAGUA - Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Federal (2014)**. Brasília: CAESB, 2014. Disponível em: <https://www.caesb.df.gov.br/>. Acesso em: 22/07/2023.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 92-98, 2002. Disponível em: <http://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em: 05/07/2023.

CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. **In: 2º Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental**, Erechim-RS. 2006. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Moreno-2006.pdf. Acesso em: 18/07/2023.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo de avaliação rápida: uma proposta para rios urbanos. **Revista Geografar**, v. 14, n. 2, p. 264-286, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v14i2.59176>. Acesso em 30/08/2023.

CAMPOS, N. **O modelo institucional**. In: CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania. Gestão das águas: princípios e pratica. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003.

CARDOSO, L. M. Diagnóstico Ambiental do Córrego Currais e Ribeiração das Pedras no Distrito Federal. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, 2023. 124 p.

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**, v. 5, n. 1, p. 129-139, 2014. Disponível em: DOI: 10.6008/SPC21796858.2014.001.0009. Acesso em: 30/08/2023.

CASTELLAN. B. T. Mapeamento da Mata Ciliar em Áreas de Preservação Permanente da Microbracia do Córrego da Caçada. Dissertação (Mestrado em Produção do Espaço e Dinâmica Ambientais) – Universidade Federal de Uberlândia, 2022. 154 p.

CASTRO, M. N.; MARTINEZ CASTRO, R; DE SOUZA, P. C. A Importância da Mata Ciliar no Contexto da Conservação do Solo. **Revista Uniaraguaia**, v. 4, n. 4, 2013. Disponível em: <https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/172>. Acesso em: 17/10/2023.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Índices de Qualidade das Águas Brasília. 2023**. Disponível em: <<https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/02.pdf>> Acesso em: 14/05/2023.

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: 22/09/2023.

CLAASSEN, R.; HANSEN, L.; PETERS, M.; BRENNEMAN, V.; WEINBERG, M.; CATTANEO, A.; FEATHER, P.; GASBY, D.; HELLERSTEIN, D.; HOPKINS, J.; JOHNSTON, P.; MOREHART, M.; SMITH, M. **Agri-environmental policy at the crossroads: Guideposts on a changing landscape**. USDA-ERS Report No. 794, Washington, 67 p., 2001.

CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal 2017**. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Atlas-do-Distrito-Federal-2017.pdf>. Acesso em: 30/08/2023.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.64-72, 2014. Disponível em: v.18, n.1, p.64-72, 2014. Acesso em: 12/05/2023.

COSTA, F. B.; FERREIRA, V. O. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (iqa) na porção mineira da bacia do Rio Paranaíba. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.7, n.18, p. 22-47, 2015. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/7edicao/n18/2.pdf>. Acesso em: 14/05/2023.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R. STEPHEN, F.; MONICA, G.; BRUCE, H.; KARIN, L.; SHAHID, N.; ROBERT, V. N.; JOSE, P.; ROBERT, G. R.; PAUL, S.; MARJAN B. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** n. 387, p. 253–260, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/387253a0>. Acesso em: 17/04/2024.

CRH. Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Resolução nº 02, de 17 de Dezembro de 2014. **Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes, segundo os usos preponderantes, e dá encaminhamentos**. Disponível em: <https://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CRH-n%C2%BA-02-de-2014.pdf>. Acesso em: 15/02/2025.

DA SILVA, M J. A. **A Evolução Legal e Institucional na Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**, v. 1, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1786>>. Acesso em: 21/11/2022.

DI MAURO, C. A. Conflitos pelo uso da água. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 81-105, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/021674~1/AppData/Local/Temp/3174-Texto%20do%20Artigo-9510-9754-10-20141125.pdf>. Acesso em 12/05/2023.

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, v. 12, n. 1, p. 60-78, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/ric.2022.60442>. Acesso em: 30/08/2023.

DILLENBURG, A. K. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso - Mercedes, PR. **Revista Urutágua**, Revista Acadêmica Multidisciplinar, Maringá, n. 12, 1-10, 2007. Disponível em: <http://www.urutagua.uem.br/012/12dillenburg.pdf>. Acesso em: 18/07/2023.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M.N. **Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília/DF: UNB. SEMATEC, 1994.

EMATER-DF - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Relatório de Informações Agropecuárias do Distrito Federal – 2018**. Brasília-DF: EMATER-DF, 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Boletim Técnico nº 53, 466 p. 1978.

ENGEPLUS. Engenharia e Consultoria. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos afluentes distritais do Rio Paranaíba - PRH-Paranaíba-DF - Diagnóstico**. Brasília-DF: ADASA, 2020a.

EPA. Environmental Protection Agency. **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Division of Water Quality Monitoring Assessment. EPA, 1987.

FARBER, S.; COSTANZA, R.; WILSON, M.A. **Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services**. In: Ecological Economics: 2002, 41:393 - 408.

FERNANDES M. M.; CEDDIA, M. B. ; MAY P. H.; BOCHNER J. K.; GRANADEIRO L. C.; FERNANDES M. R. M. Valoração dos serviços ambientais prestados pela Mata Atlântica na manutenção da qualidade da água em microbacias na Área de Proteção Ambiental do Sana, Rio de Janeiro. **Scientia Plena**, v. 11, n. 05, 2015. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1870/1190>. Acesso em: 16/04/2024.

FERRIGO, S. **Análise de consistência dos parâmetros do modelo SWAT obtidos por calibração automática - Estudo de caso da bacia do lago Descoberto - DF**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 164 p. 2014.

FIGUEIREDO, L. M. M. **O papel do plano nacional de segurança hídrica: a universalização do acesso a água no país, principalmente no nordeste e Ceará**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Públicas) – Fundação Getúlio Vargas, p 32. São Paulo, 2020.

FIM, L. D. S.; FERNANDES, M. C. 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**, v. 7, n. 2, p. 269-279, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2757/2496>. Acesso em: 30/08/2023.

FIRMINO, P. F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 2, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.14210/bjast.v15n2.p1-12>. Acesso em: 19/07/2023.

FRINHANI, E. M. D.; CARVALHO, E. F. **Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC**. Unoesc&Ciência-ACET, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010. Disponível em: https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/182/pdf_22>. Acesso em: 15/05/2023.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; SIMOURA, L. T. Cobertura florestal e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.010201>. Acesso em: 17/10/2023.

GDF. Governo do Distrito Federal. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal de Brasília Ambiental. Instrução Normativa nº 39, de 21 de fevereiro de 2014. **Dispõe sobre a preservação dos campos de murundus, também conhecidos como covais e dá outras providências**. Brasília-DF: GDF, 2014. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/images/Instrucao%20Normativa%2039%20de%2021%20de%20Fev%202014.pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

GDF. Governo do Distrito Federal. **Mudanças Climáticas no DF e RIDE: Detecção e Projeções das Mudanças Climáticas para o Distrito Federal e Região Integrada de Desenvolvimento do DF e Entorno**. Secretaria do Meio Ambiente. Brasília-DF: GDF, 2016.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, nº 1, 2003. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf. Acesso em: 22/08/2023.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2006. GREENTEC Tecnologia Ambiental. **Parceria de Fundos de Água da América Latina - The Nature Conservancy do Brasil (TNC) 1.1.15.3 BR FY20 001. Estudo Socioeconômico - Bacia do Alto Descoberto – DF/GO. Relatório final de análise dos dados**. Brasília-DF: TNC, 2019.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.996>. Acesso em: 22/08/2023.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training Reduces Observer Variability in Visual - Based Assessments of Stream Habitats. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. Disponível em:

<https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.2307/1468176>. Acesso em: 05/07/2023.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; SILVA-SÁNCHEZ, S. **Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo**. Cadernos Metrôpole, v. 17, n. 33, p. 61-81, 2015.

JUNGSTEDT, L. O. C. **Direito Ambiental: legislação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Thex. Ed., 2002.

KAUFFMAN, J. B.; KRUEGER, W. C. Livestock impacts on riparian ecosystems and streamside management implications... a review. **Journal of Range Management**, 37(5), 430-438, 1984. Disponível em: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/viewFile/7758/7370>. Acesso em: 17/10/2023

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **AMBIÊNCIA**, v.6, n.1, p. 147-158, 2010. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/981/989>. Acesso em: 02/08/2023.

KUMAR, P. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Routledge; 1ª ed, 2012.

LAGO, W. N. M.; LACERDA, M. P. C.; NEUMANN, M. R. B.; BORGES, T. D. Ocupação e adequação do uso das terras na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal - Parte I. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.289-296, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000300009>. Acesso em: 22/09/2023.

LIMA, W. P.; ZAKIA, Maria José Brito. **Hidrologia de matas ciliares. Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/hidrologia_de_matas_ciliares.aspx. Acesso em: 02/08/2023.

LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; ABREU JUNIOR, E. F. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, v. 23, n. 1, p. 18-33, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/cp.v23i1.4726> . Acesso em: 02/08/2023.

LOLIVE, J.; OKAMURA, C. **Política Pública da Água: o exemplo da pesquisa-ação 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, H. E. A. **Pagamentos por Serviços Ambientais: Estudo de caso do Produtor de águas na Bacia do Ribeirão João Leite no Estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Sociedade Tecnologia e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Anápolis, 99 p. 2016. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/209/1/Herbert%20Em%c3%adlio.pdf>. Acesso

em: 16/04/2024.

MACHADO, A. P. F. **Adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) - Instituto Federal Goiano, Urutaí-GO, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/385>. Acesso em: 22/08/2023.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados - PR. **Geografia**, v.12, n.2, jul./dez, p12-18, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279372186_Caracterizacao_do_manejo_de_solo_na_microbacia_hidrografica_do_ribeirao_dos_Apertados-PR. Acesso em: 16/04/2024.

MADDOCK, I. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. **Freshwater Biology**, v. 41, n. 2, p. 373-39, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00437.x>. Acesso em: 18/07/2023.

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**, v. 21, p. 280-286, 2013.

MATTOS, E. A.; ESMERALDINO, R. L. **Erosão e sedimentação em áreas de cerrado.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

MCKENZIE, L. A. **Water Quality Monitoring and Assessment.** 1. ed. London: Routledge, 2016.

MEDEIROS, D. R. G. **Avaliação da qualidade da água do córrego vicente pires – DF e sua relação com o uso e ocupação do solo pela aplicação dos índices – ICE, IUS E IUSC e análise comparativa com o protocolo – PRAVIA.** (Mestrado em Gestão e Regulação em Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, p. 203. Brasília, 2023.

MEIO SUSTENTÁVEL Assessoria e Consultoria Ambiental. Parceria de Fundos de Água da América Latina - *The Nature Conservancy* do Brasil (TNC) 1.1.15.3 BR FY20 001. **Produto 2 v.3.1: relatório de compilação e sistematização de dados para o levantamento do status do monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água da bacia do Alto Descoberto – DF/GO e subsequente elaboração de plano de monitoramento.** Brasília-DF: TNC, 2019.

MELO, M. R. **Conservação e uso dos recursos hídricos: um estudo de caso nas comunidades Sarandie Indaiá em Luziânia, Goiás.** Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2020. 154 f. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40635?locale=es>. Acesso em: 18/07/2023.

MESQUITA, L. F. G.; LINDOSO, D.; RODRIGUES FILHO, S. Crise hídrica no Distrito Federal: o caso da bacia do Rio Preto. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, p. 307-326, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/56642>.

Acesso em: 15/02/2025.

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. **Health and Environmental Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

MITSCH, William J.; GOSSELINK, James G. Wetlands. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

MMA; ICMBIO. **Plano de Manejo da APA Bacia do Rio Descoberto.**—, 2014. 313p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/apa_bacia_do_rio_descoberto_pm_encartes_12_e_3.pdf>. Acesso em: 14/05/2023.

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**, v. 6, n. 2, p. 192-205, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0014> . Acesso em: 30/08/2023.

NOVO AMBIENTE Consultoria Ambiental e GIS. **Relatório Técnico da Elaboração da Base Digital Georreferenciada na Bacia do Alto Descoberto DF/GO.** São Paulo/SP: 2019.

NUNES, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuais industriais.** 5º ed. Aracaju - Sergipe: Editora Info Graphics Gráfica, 2008.

NUNES, J. F. **O Modelo LUCIS e o Planejamento Territorial da Bacia do Alto Rio Descoberto.** Dissertação de Mestrado. Brasília, Distrito Federal: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2014.

NUSDEO, A. M. **Pagamento por Serviços Ambientais. Sustentabilidade e disciplina jurídica.** 1ª. ed. São Paulo: Atlas, v. 1, 179 p. 2012.

OKI, V. K. **Impactos da colheita de Pinus taeda sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias.** Piracicaba, Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 85p. 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-16082002-150417/publico/viviana.pdf>. Acesso em: 16/04/2024.

OLIVEIRA, L. A. D. **Aplicação de metodologia de gestão de risco para análise da segurança hídrica de zonas urbanas: o caso de Brazlândia-DF.** Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2020. 228 p.

OLIVEIRA-FILHO, E. C., PARRON, L. M. Avaliação de Qualidade das Águas no Brasil: O Rio Preto Examinado. **Revista Espaço e Geografia**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 279:294, 2022. DOI: 10.26512/2236-56562007e39797. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/39797>. Acesso em: 22/08/2023.

PADOVESI, C. F.; CORRÊA, A. C. G.; LEITE, G. F. M.; JOVELI, J. C.; COSTA, L. S.; PEREIRA, S. T. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. **Revista Ambiente & Água**, v.5, n.1, p. 43-56, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92812526005>. Acesso em: 22/08/2023.

PASSOS, A. L.; MUNIZ, H. F.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Critérios para Avaliação da Qualidade de Água no Brasil: Um Questionamento sobre os parâmetros Utilizados. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.7, n.2, p. 290-303. 2018. Disponível em: DOI <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i2.p290-303>. Acesso em: 05/07/2024.

PASSOS, M. C.; PIONTEKOWSKI, F.; TEIXEIRA, T. M. A.; VALADÃO M. B. X. Crise hídrica no Distrito Federal, Brasil: uma visão acadêmica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9518>. Acesso em: 17/02/2025.

PIMENTA, S. M.; PEÑA, A. P.; GOMES, P. S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde-Goiás. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 393-412, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000300013>. Acesso em: 26/07/2023.

PINHEIRO, H. A. **Criação e aplicação de protocolo de avaliação de impacto ambiental no córrego Riacho Fundo - DF**. Monografia (Engenharia Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, 2007. 110 f. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/handle/123456789/10616>. Acesso em: 30/08/2023.
PIRES, F. *Políticas de Pagamento por Serviços Ambientais: Contribuições para a gestão de recursos hídricos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, S. K; GROSS, S.; HUGHES, R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish**. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440-4-89-001. 1989.

PLATTS, W. S; ARMOUR, C.; BOOTH, G. D.; BRYANT, M.; BUFFORD, J. L.; CUPLIN, P.; JENSEN, S.; LIENKAEMPER, G. W.; MINSHALL, G. W.; MONSEN, S. B.; NELSON, R. L.; SEDELL, J. R.; TUHY, J. S. **Methods for evaluating riparian habitats with applications to management**. Gen: USDA Forest Service, Report, 1987. Disponível em: https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_series/int/gtr/int_gtr221.pdf. Acesso em: 26/07/2023.

POSTEL, S. L.; THOMPSON, J. R.; BARTON, H. **Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services**. London - Natural Resources Forum, v. 29, n. 2, p. 98-108, 2005.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Royal Society Journal Soc.**, v. 363, p. 447-465, 2008. Disponível em: <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>. Acesso em: 17/10/2023.

RANGEL, L. A.; BOTELHO, R. G. M. Análise ambiental da trilha sahy-rubião no parque estadual cunhambebe em mangaratiba (RJ) por meio de um protocolo de avaliação rápida. **Revista GEO UERJ**, n. 30, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/23655>. Acesso em: 26 jul. 2023.

REATTO, A.; MARTINS, E. S.; SPERA, S. T.; CARVALHO JR., O. A.; GUIMARÃES, R.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V. **Relação entre as Classes de Solos e as principais fitofisionomias do Alto do Descoberto, Distrito Federal e Goiás**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 28 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26447/1/bolpd_111.pdf>. Acesso em: 02/05/2023.

RESH, V. H.; ROSENBERG, D. M. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. H.; RESH, V. H. (eds.) **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993.

REZENDE, J. H.; LUCA, M. V. Avaliação rápida de rios e nascentes como instrumento de análise ambiental urbana e rural. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 85-100, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0008> . Acesso em: 22/08/2023.

RHA ENGENHARIA E CONSULTORIA SS LTDA. Parceria de Fundos de Água da América Latina - The Nature Conservancy do Brasil (TNC) 1.1.15.3 BR FY20 001. **Estudo Hidrológico da Bacia do Alto Descoberto. Produto 2 – Relatório final de caracterização dos usos múltiplos da bacia e demandas hídricas**. Brasília-DF: TNC, 2019a.

RHA ENGENHARIA E CONSULTORIA SS LTDA. Parceria de Fundos de Água da América Latina - *The Nature Conservancy* do Brasil (TNC) 1.1.15.3 BR FY20 001. **Estudo Hidrológico da Bacia do Alto Descoberto. Produto 3 – Relatório final de estimativa do balanço hídrico em condições naturais da bacia**. Brasília-DF: TNC, 2019b.

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.

RODRIGUES NETO, G. T. R.; SILVA JÚNIOR, M. G.; UCKER, F. E.; LIMA, M. L. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental para avaliação do estado de conservação do córrego Caveirinha, Goiânia, GO. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 10, p. 26-43, 2016. Disponível em: <https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/511>. Acesso em: 22/08/2023.

RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, p. 74-83, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p74-83>. Acesso em: 12/05/2023.

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 do cerrado. 2008. 146 f. Tese (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2140>. Acesso em 22/08/2023.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, vol. 6, nº 11, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/4162>. Acesso em: 23/08/2023.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, p. 143-155, 2008b. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/4087/1/ARTIGO_ProtocoloAvaliacaoRapida.pdf. Acesso em: 22/08/2023.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008. Disponível em: DOI: 10.21168/rbrh. Acesso em: 26/07/2023.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. A Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008a. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/904>. Acesso em: 26/07/2023.

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**, v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.872>. Acesso em: 30/08/2023.

ROSA, L. A. S. **Segurança Hídrica: um olhar sobre a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) Universidade de Brasília, 190 p. 2019.

ROSS, J. L. S.; PRETTE, M. E. D. Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas: Ancoras do planejamento e Gestão. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 12, p. 89-121. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1998.0012.0005>. Acesso em: 07/07/2023.

SANTOS, C. P.; BATALLA, J. F. Estudos preliminares para avaliar a qualidade ambiental do Rio Acaraú em Ubatuba (São Paulo, Brasil). **Bioscience**, v. 6, n. 4, p. 286-294, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/960>. Acesso em: 30/08/2023.

SEDUH (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação). **Shapefile Hidrografia - Cursos DÁgua CRH 2016.** Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoservicos/>>. Acesso em: 14/05/2023.

SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural**. Versão 1.0. Última atualização dos dados em 18 de fevereiro de 2020. Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em 25/02/2023.

SIGMA Geosistemas. Parceria de Fundos de Água da América Latina - *The Nature Conservancy do Brasil* (TNC) 1.1.15.3 BR FY20 001. **Pré-processamento digital de imagens e mapeamento do uso do solo na bacia do Alto Descoberto - DF/GO**. Brasília-DF: TNC, 2018.

SILVA, A. R.; RODRIGUES, C. J.; FONSECA, A. L. O. Análise da paisagem em bacias hidrográficas costeiras como ferramenta de compreensão da qualidade ambiental. **GEOgraphia**, v. 25, n. 54, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/44368/33890>. Acesso em: 30/08/2023.

SILVA, F. V. **A importância do gerenciamento dos recursos hídricos para a produção dos agricultores familiares: O caso do projeto público de irrigação Nilo Coelho**. 2013. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geografia) Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2013.

SILVA, J. G. S.; SCUSSEL, C.; VARELA E. P.; NICOLADELLI, T. B.; LUZ, C.; PIRES, D. A.; MILANEZ, P. R.; OLIVO, E. F.; ZOCHE, J. J. Aplicação de protocolo de avaliação rápida da integridade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 109, n. 1, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/2974/2215>. Acesso em: 26/07/2023.

SILVA, J. C. C. A concentração de sólidos totais nos ecossistemas aquáticos lóticos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 3, p. 45-60. 2019.

SILVA, T. T. S.; COSTA FILHO, G. E. P.; VASCONCELOS, E. L.; SOUSA SILVA, L. M. **Caracterização Morfométrica da Área de Contribuição Direta no Reservatório do Lago Descoberto: Bacia do Ribeirão Rodeador**. XIV ENEEAmb & Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade, Brasília, 2016.

SMITH, Michael J. K. *Introduction to Environmental Engineering and Science*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

SOUZA, A. C.; REIS, T. D. F.; SÁ, O. R. Comparação entre índice de qualidade de 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**, v. 10, n. 2, p. 392-409, 2014. Disponível em: DOI:10.17271/198008271022014886. Acesso em: 22/08/2023.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: Gerenciamento da qualidade da água de represas**. São Carlos: Rima, 2000. 258p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001232757>. Acesso em: 05 jul. 2023.

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**, v. 7, n. 2, p. 124-142, 2018. Disponível

em:<https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018124-142> . Acesso em: 30/07/2023.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.181-186, 2002. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/S0103-90162002000100026>>. Acesso em: 12/05/2023.

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**, v. 57, p. 49-56, 2005.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 31-43, 2000. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/232499>>. Acesso em: 12/05/2023.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2005.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **International Hydrological Programme – IHP. 20th Session of the Intergovernmental Council**. Paris, June 2012. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216434E.pdf>>. Acesso em: 11/04/2023.

UNESCO. **Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço – Uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado** – Fase 1. Edição atualizada – 2.ed.: UNESCO, 2002.

UNITED NATIONS. **What is Water Security?** New York, 2013. Disponível em: <http://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>. Acesso em: 13/05/2023.

UN-WATER. **Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief**. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/>. Acesso em 04/02/2023.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Corregó Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.55-64, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100008>. Acesso em: 22/09/2023.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012. Disponível em: DOI:10.21168/rbrh.v17n1.p161-16. Acesso em: 22/08/2023.

VASCONCELOS, C. A. B. **A segurança hídrica como elemento estratégico na defesa nacional**. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Comando e Estado Maior do Exército, Rio de Janeiro, p. 62. 2020.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, v. 7, 588 p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

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

WETZEL, R. G. *Limnology: lake and river ecosystems*. San Diego: Academic Press, 2001.

WHITFIELD, J. Vital Signs. Proposed guidelines for ecological risk assessment. **Nature**, v. 411, p. 989-990, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/35082694>. Acesso em: 22/08/2023.

XAVIER, A. L.; TEIXEIRA, D. A. **Diagnóstico da nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João em Itaúna, MG**. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 1-2. 2007. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1597.pdf>. Acesso em: 22/08/2023.

ZUFFO, A. C.; GENOVEZ, A. M. **Método Multicriterial Utilizado como Indicador da Qualidade de Água**. In: XXII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA. 2006. Anais... Ciudad de Guavana, 2006. Disponível em: http://www.artigocientifico.com.br/uploads/artc_1172606439_41.pdf. Acesso em 22/08/2023.

APÊNDICE 1 – Aplicação PRAVIA no ponto C1 – Período Seco

Localização GPS: 15°39'26.32"S; 48° 9'34.45"O			
Altitude: 1.180 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 10h50min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca () Remanso (X)			
Largura: 1,5 m		Profundidade: 20 cm	
Temperatura da água: 20.9 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de galeria (no trecho avaliado esta ausente)			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/oubriófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	45	24	0
TOTAL: 69 pontos (NATURAL)			

APÊNDICE 2 – Aplicação PRAVIA no ponto C2 – Período Seco

Localização GPS: 15°39'32.86"S; 48°10'3.79"O			
Altitude: 1170 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 10h02min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 2,0 m		Profundidade: 30cm	
Temperatura da água: 20,9 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da	Seixos abundantes (porte grande,	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

lamina d'água	nascentes)		
10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 1/2da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/ou briófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	50	18	0
TOTAL: 68 (NATURAL)			

APÊNDICE 3 – Aplicação PRAVIA no ponto C3 – Período Seco

Localização GPS: 15°39'22.39"S48°10'39.34"O			
Altitude: 1127 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 08h40min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 4 m		Profundidade: 11 cm	
Temperatura da água: 21.2 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 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	50	27	0
TOTAL: 77 (NATURAL)			

APÊNDICE 4 – Aplicação PRAVIA no ponto B1 – Período Seco

Localização GPS: 15°38'7.91"S; 48° 8'51.03"O			
Altitude: 1260 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 11h29min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca () Remanso (X)			
Largura: 60 cm		Profundidade: 10 cm	
Temperatura da água: 20.6 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria (Nascente)			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1° Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2° Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3° Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4° Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5° Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6° Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7° Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8° Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9° Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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	70	12	0
TOTAL: 82 (NATURAL)			

APÊNDICE 5 – Aplicação PRAVIA no ponto B2 – Período Seco

Localização GPS: 15°38'41.83"S; 48°10'15.85"O			
Altitude: 1132 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 09h24min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 2,50 m		Profundidade: 12 cm	
Temperatura da água: 20.2 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 (Visibilidad eaté 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	55	21	0
TOTAL: 76 (NATURAL)			

APÊNDICE 6 – Aplicação PRAVIA no ponto A1 – Período Seco

Localização GPS: 15°38'30.54"S; 48°10'54.90"O			
Altitude: 1105 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 11h54min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 3,5 m		Profundidade: 18 cm	
Temperatura da água: 21.5 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria (Próxima a uma ponte)			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutiutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)
10º Presença de mata	Árvore de porte	Árvores de porte médio,	Ausência de árvore

de galeria/mata ciliar	natural, entre 8 a 12 metros de altura	menor que 8 metros de altura	
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/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	33	0
TOTAL: 73 (NATURAL)			

APÊNDICE 7 – Aplicação PRAVIA no ponto C1 – Período Chuvoso

Localização GPS: 15°39'26.32"S; 48° 9'34.45"O			
Altitude: 1.180 m			
Data da coleta: 21/03/2024		Hora da coleta: 11h17min	
Tempo (situação do dia): chuvoso			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca () Remanso (X)			
Largura: 1,7 m		Profundidade: 25 cm	
Temperatura da água: 21.8 °C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/oubriófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	55	24	0
TOTAL: 79 pontos (NATURAL)			

APÊNDICE 8 – Aplicação PRAVIA no ponto C2 – Período Chuvoso

Localização GPS: 15°39'32.86"S; 48°10'3.79"O			
Altitude: 1170 m			
Data da coleta: 21/03/2024		Hora da coleta: 10h25min	
Tempo (situação do dia): chuvoso			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 2,5 m		Profundidade: 40 cm	
Temperatura da água: 22,9 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutiutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da	Seixos abundantes (porte grande,	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

lamina d'água	nascentes)		
10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 1/2da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/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	27	0
TOTAL: 69 (NATURAL)			

APÊNDICE 9 – Aplicação PRAVIA no ponto C3 – Período chuvoso

Localização GPS: 15°39'22.39"S48°10'39.34"O			
Altitude: 1127 m			
Data da coleta: 06/09/2023		Hora da coleta: 08h40min	
Tempo (situação do dia): ensolarado			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 4,2 m		Profundidade: 30 cm	
Temperatura da água: 22.3 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/oubriófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	50	30	0
TOTAL: 82 (NATURAL)			

APÊNDICE 10 – Aplicação PRAVIA no ponto B1 – Período Chuvoso

Localização GPS: 15°38'7.91"S; 48° 8'51.03"O			
Altitude: 1260 m			
Data da coleta: 21/03/2024		Hora da coleta: 11h55min	
Tempo (situação do dia): chuvoso			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca () Remanso (X)			
Largura: 50 cm		Profundidade: 15 cm	
Temperatura da água: 21.5 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria (Nascente)			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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	60	15	0
TOTAL: 75 (NATURAL)			

APÊNDICE 11 – Aplicação PRAVIA no ponto B2 – Período Chuvoso

Localização GPS: 15°38'41.83"S; 48°10'15.85"O			
Altitude: 1132 m			
Data da coleta: 21/03/2024		Hora da coleta: 09h47min	
Tempo (situação do dia): chuvoso			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 2,30 m		Profundidade: 15 cm	
Temperatura da água: 21.7 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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	55	27	0
TOTAL: 82 (NATURAL)			

APÊNDICE 12 – Aplicação PRAVIA no ponto A1 – Período Chuvoso

Localização GPS: 15°38'30.54"S; 48°10'54.90"O			
Altitude: 1.105 m			
Data da coleta: 21/03/2024		Hora da coleta: 12h21min	
Tempo (situação do dia): chuvoso			
Tipo de ambiente: Nascente () Córrego (X) Rio ()			
Corredeira: forte () Corredeira fraca (X) Remanso ()			
Largura: 3,8 m		Profundidade: 30 cm	
Temperatura da água: 21.5 C			
Tipo de vegetação ripária: Mata de Galeria (Proxima a uma ponte)			
PARÂMETRO	PONTUAÇÃO		
	NATURAL	ALTERADO	IMPACTADO
	5	3	0
1º Acesso ao local	Mata fechada e/ou pelo rio	Trilha (acesso estreito)	Asfalto/chão batido (indicador de transporte).
2º Tipo de uso das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação (árvore, gramínea, arbusto e etc.)	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
3º Erosão próxima as margens do rio	Ausente	Erosão laminar moderada	Ravinas e/ou voçoroca
4º Esgoto a céu aberto e fossas sépticas	Ausente	Esgoto doméstico/lixo disperso	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização do curso do rio)
5º Cobertura vegetal no leito	Variação entre 70% a 95%	Parcial (menos que 70%)	Ausente
6º Odor da água	Ausente	Moderado, cheiro de esgoto (ovo podre)	Abundante, cheiro de esgoto/óleo/industrial
7º Cor	Incolor	Turva (cor de terra)	Esverdeada (cor de esgoto)
8º Tipo fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
9º Tipo de substrato na margem/centro da lamina d'água	Seixos abundantes (porte grande, nascentes)	Seixos abundantes (porte médio, cascalho comum)	Seixos ausentes (deposição de lama)

10° Presença de mata de galeria/mata ciliar	Árvore de porte natural, entre 8 a 12 metros de altura	Árvores de porte médio, menor que 8 metros de altura	Ausência de árvore
11° Presença de fauna aquática (piabas, alevinos etc)	Abundante	Moderada	Ausente
12° Largura da mata de galeria	Largura entre 50 a 150 metros (ausência de ação antrópica)	Largura menor que 30 metros (desmatamento visível)	Ausência de mata de galeria
13° Presença de moradia no local	Ausente	Apenas fazenda/chácara/sítios	Casas e/ou condomínios
14° Alteração no 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 ½da profundidade	Visibilidade menor que 1/3 da profundidade
20° Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas/ou briófitas (bem distribuídas)	Macrófitas aquáticas e/oubriófitas (pouco distribuídas)	Ausência de macrófitas aquáticas e/ou briófitas ou grandes bancos de plantas
SUBTOTAL	35	39	0
TOTAL: 74 (NATURAL)			